Das
oberhessische Buntsandsteingebiet.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der hohen

Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Universität zu Marburg

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

vorgelegt

von

Wilhelm Dienemann
aus Sondershausen.

MARBURG 1914.

Von der Fakultät als Dissertation angenommen
am 5. Februar 1913.

Referent: Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. KAYSER.

Die vollständige Arbeit erscheint im Jahrbuch der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt für 1913, Teil II.

Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N., Schulzendorfer Str. 26.

Das oberhessische Buntsandsteingebiet.

Von Herrn **W. Dienemann** in Marburg.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung des Herrn Geheimrat KAYSER in Marburg in der Zeit vom Juli 1911 bis Dezember 1912 ausgeführt. Vergleichsweise lernte ich auch den Buntsandstein in der Pfalz, im Odenwald, bei Trier, an der Kyll und in der Eifel, in Nordthüringen und am südlichen Harzrande kennen.

Herrn Geheimrat KAYSER bin ich für das rege Interesse und die stete Förderung, welche er mir während der Arbeit in überaus liebenswürdiger Weise zuteil werden ließ, zu großem Danke verpflichtet. Ebenso haben mich die Herren Privatdozenten Dr. ANDRÉE und Dr. HERRMANN in Marburg durch jederzeit gern erteilte Auskunft und durch manchen guten Rat unterstützt, wofür ich ihnen gleichfalls meinen Dank ausspreche. Ferner danke ich den Herren Lehrer SCHWALM in Obergrenzebach und Landesbaumeister VESPERMANN in Treysa für Überlassung von Material und Nachweis von Aufschlüssen, sowie Herrn Gymnasiallehrer DÖRING in Sondershausen.

Begrenzung und topographische Übersicht des Gebietes.

Die Arbeit behandelt ein Gebiet, welches politisch zum weitaus größten Teile zur Provinz Hessen-Nassau gehört. Es erstreckt sich östlich einer Linie, die sich vom Staufenberg

bei Lollar nördlich von Gießen im Süden bis nach Frankenberg an der Eder im Norden parallel dem Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges ziehen läßt, bis zum Flußtale der Schwalm. Im Nordwesten und im Westen wird es von dem Schiefergebirge begrenzt, im Nordosten vom Kellerwald und im Süden endlich vom Vogelsberg und der Hessischen Senke. Topographisch bildet das Gebiet einen Teil des Oberhessischen Berglandes, das sich zwischen Eder, Schwalm und der mittleren Lahn ausbreitet. Von diesem Berglande fallen in den Bereich der beigegebenen Karte das Marburger Bergland, der Burgwald, der Kellerwald, das Gilserberger Scheidegebirge und die Täler der Schwalm, Eder und Ohm. Zu dem Marburger Berglande gehören der Marburger Rücken auf der rechten und die Lahnberge auf der linken Seite der Lahn von ihrer Umbiegung nach Süden an bis zum Einfluß der Allna und Zwester-Ohm. Im Osten fallen die Lahnberge zum Ebsdorfer Grund und zur Ohmebene ab, die nach dem sich in ihrer Mitte erhebenden steilen Basaltkegel der Amöneburg auch als »Amöneburger Becken« bezeichnet wird. Nördlich der Lahn und Ohm breitet sich zwischen Rothaargebirge, Eder und Kellerwald das weite, meist waldbedeckte Gebiet des Burgwaldes aus, im Westen von der Wetschaft, im Osten von der bei Kirchhain in die Ohm mündenden Wohra in nordsüdlicher Richtung durchflossen. Das Gebiet zwischen den fruchtbaren Talebenen der Schwalm und ihres Nebenflusses, der Antreff, im Osten und der Ohmebene und dem Burgwald im Westen heißt vielfach das Gilserberger Scheidegebirge.

Die Entwässerung des Gebietes erfolgt teils zum Rhein durch die Lahn, teils zur Fulda durch die Eder und Schwalm. Die Wasserscheide zieht sich in vielen Krümmungen vom Vogelsberg herunter nach Norden über das Gilserberger Scheidegebirge zum Jeust im Kellerwald und von diesem nach Westen nahe der Eder entlang zum Ederkopf. Bei Neustadt an der Main-Weserbahn erhebt sie sich nur sehr wenig über

die benachbarten Flußtäler, so daß Landgraf Karl einst an ihre Durchschneidung durch einen Kanal dachte.

Im ganzen Gebiet liegen nur einzelne höhere Berge: so der Frauenberg südöstlich von Marburg mit 370 m, Spiegelslust bei Marburg mit 370 m, die Amöneburg mit 262 m; im Burgwald erreichen die höchsten Berge etwa 400 m, während das Hügelland östlich davon sich in 200—300 m Meereshöhe hält. Die höchste Erhebung ist der Wüstegarten im Kellerwald mit 673 m.

Alle in der Arbeit erwähnten Namen von Bergen, Flüssen und Ortschaften sind teils auf der Generalstabskarte, teils auf den Meßtischblättern zu finden. Hiervon fallen in unser Gebiet von der Generalstabskarte die Blätter: Gießen (460), Marburg (433), Ziegenhain (434), Berleburg (407), Fritzlar (408). Von den Meßtischblättern die Blätter: Allendorf-Sichertshausen (3107), Niederwalgern (3045), Marburg (2982), Wetter (2919), Biedenkopf (2918), Battenberg (2853), Frankenberg (2854), Amöneburg (3046), Kirchhain (2983), Gemünden [früher Rosental] (2920), Frankenau (2855), Niederklein (3047), Neustadt (2984), Gilserberg (2921), Schrecksbach (2985), Ziegenhain (2922) und Borken (2857).

Geschichtlicher Teil.

Die älteste mir bekannte Arbeit über den Buntsandstein der Marburger Gegend ist eine kleine Dissertation aus dem Jahre 1825: K. F. Creuzer, Versuch einer Übersicht von der geognostischen Beschaffenheit der nächsten Umgebung der Stadt Marburg.

Der Verfasser gibt seiner Arbeit auch ein neunfarbiges Kärtchen bei. Er bespricht zuerst die Lahngeschiebe, dann das Flöztrappgebirge, zu dem er die Basalte und das Tertiär des Ebsdorfer Grundes rechnet. Das Flözgebirge der Marburger Gegend gliedert er merkwürdigerweise in Buntsand-

stein und Quadersandstein [1]). Zu letzterem stellt er, wie man aus seiner Beschreibung und aus der Karte schließen muß, die Bausandsteine des Mittleren Buntsandsteins, deren Verbreitung er ziemlich richtig eingezeichnet hat.

In den 30er und 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts erregten dann besonders die in der Marburger Gegend im Buntsandstein häufig auftretenden Spiegel die Aufmerksamkeit der Geologen. Die älteste Notiz über diese Erscheinungen findet sich in Leonhard's Jahrbuch für Mineralogie für 1837, S. 542, wo der Wegebauinspektor Althaus diese Spiegel beschreibt und auch eine Karte ihrer Verbreitung gibt, die sich nach ihm auf eine von Gisselberg über die Berge rechts der Lahn nach dem Dorfe Göttingen hinziehende Linie beschränken sollte. Ausführlicher beschreibt einige Jahre später der kurhessische Leutnant Braun diese Spiegel in zwei Arbeiten:

Ph. Braun, Beiträge zur Lehre von den Felsspiegelflächen. N. J. f. 1842, S. 656.

Derselbe, Versuch einer allgemeinen Theorie der Felsspiegelflächen. N. J. f. 1842, S. 756.

In der ersten Abhandlung spricht er auch kurz von dem Buntsandstein der Marburger Gegend, den er in eine untere dunkle und eine obere helle Abteilung zerlegt, wobei er auch den Irrtum Creuzer's, der die letztere für Quadersandstein gehalten hatte, berichtigt. Auch das Auftreten von Eisenschwarten, Rippeln und Kreuzschichtung erwähnt er schon. Zuletzt führt er viele jetzt nicht mehr zu beobachtende Beispiele von Spiegeln an, denen er eine chemisch-mechanische Entstehungsweise zuspricht.

In den 90er Jahren wurde die Frage der Entstehung dieser

[1]) Creuzer kommt zu dieser Annahme, da er nirgends eine Überlagerung der beiden Stufen beobachtete und ihm aus Buntsandsteingegenden ein derartiger heller Quarzsandstein nicht bekannt war, so daß er ihn wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Quadersandstein für kretaceisch hielt.

Spiegel nochmals der Gegenstand einer längeren Diskussion zwischen R. Brauns [1]) und von Koenen [1]).

Mit der Entstehung der Kugelsandsteine der Marburger Gegend befaßt sich Hessel in einer Festschrift zu Ehren des Mineralogen J. Nöggerath [2]).

Weitere Angaben über den Buntsandstein unseres Gebietes finden wir in den Arbeiten über die Frankenberger Permbildungen; wichtig sind hiervon besonders die Denckmann's und Meyer's [3]). Von ferneren Arbeiten ist E. Kayser's Abriß der Geologie von Kurhessen zu erwähnen.

Auf die in dem geographischen Anzeiger für 1912, Heft 1—3 erschienene Arbeit von Dr. A. Rühl, betitelt »Geländestudien des Geogr. Seminars in Marburg«, verlohnt es sich wegen der zahlreichen Fehler im Text und in der beigegebenen Karte nicht näher einzugehen [4]).

---

[1]) Neues Jahrbuch für 1890, Teil 1 u. 2, und Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Förderung der gesamt. Naturw. zu Mbg. 1875, S. 57.

[2]) Hessel, Über gewisse, in der Umgegend von Marburg vorhandene, dem bunten Sandstein angehörige Gebilde und deren Bedeutung für die Lehre von der Entstehung dieses Sandsteins. Marburg 1868.

[3]) A. Denckmann, Aufnahmeberichte in diesem Jahrbuch für 1888, 1889, 1895 und 1899. — Derselbe: Die Frankenberger Permbildungen. Dieses Jahrbuch für 1891, S. 234. — Derselbe: Geologische Untersuchung der Wolkersdorfer Quelle bei Frankenberg in Hessen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901, S. 1. — Derselbe: Der geologische Bau des Kellerwaldes. Abh. d. Kgl. Pr. geol. Landesanst. Nr. 34, N. F. — Derselbe, Erläuterungen zu den Blättern Gilserberg, Kellerwald, Rosental und Frankenau der geologischen Spezialkarte.

H. L. F. Meyer, Frankenberger Zechstein und grobklastische Bildungen an der Grenze Perm-Trias. Dieses Jahrb. f. 1910, Bd. 31, Teil I, Heft 3. (Mit ausführlicher Literaturangabe.)

[4]) Ich führe als Beispiel hier nur folgende Punkte an: Die hessischen Basalte werden für posttertiär gehalten. — Auf der Kirchspitze bei Marburg liegt der Untere Buntsandstein auf dem Mittleren. — Die so wichtigen Basalte von Kirchhain und Schönstadt fehlen auf der Karte.

Stratigraphischer Teil.

Unser Gebiet bildet einen Teil der großen mesozoischen Schichtentafel zwischen Rheinischer und Böhmischer Masse, und zwar speziell die durch den Buntsandstein gebildete Staffel zwischen dem gefalteten Palaeozoikum des Schiefergebirges und dem Tertiär der Hessischen Senke. Außer dem Buntsandstein beteiligen sich an dem Aufbau des Gebietes noch Zechstein, Muschelkalk und Tertiär, auf die gleichfalls in der Arbeit kurz eingegangen werden soll.

a) Zechstein (zo).

Bei der Grenzziehung Perm-Trias folge ich der Auffassung Denckmann's und Meyer's, die das weiter unten zu besprechende Konglomerat als das Liegende der Trias auffassen.

Wir finden den Zechstein stets als ein schmales Band zwischen präpermischem Faltengebirge und Buntsandstein. Auf dem linken Lahnufer unterlagert er konkordant den Buntsandstein von Staufenberg bis Ronhausen. In dem bewaldeten Gelände südöstlich von Ronhausen sind zwischen Zechstein und Trias kleine Störungen vorhanden, die sich aber mangels von Aufschlüssen und infolge der starken Diluvialbedeckung schlecht feststellen lassen[1]). Von Wolfshausen bis Ronhausen an der Lahn bildet der Zechstein ein schmales Band an der Westseite des Rotlaufberges; am Eingang des zweiten Steinbruches südlich der Nehbrücke ist hier die konkordante Auflagerung der Buntsandsteinbänke auf dem oberen Zechsteinkonglomerat, von den Arbeitern »Kummer« genannt, sehr gut zu sehen. Südlich von Ronhausen biegt das Zechsteinband noch auf etwa 150 m von der Chaussee aus nach Osten um, wo es an einer kleinen Störung, die durch den Austritt einer Quelle am Bahndamm bezeichnet wird[2]), gegen Unteren Buntsand-

[1]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen usw., S. 401.

[2]) Die Lage der Quelle ist auf dem Meßtischblatt Niederwalgern zu weit westlich angegeben.

stein abstößt. Von Ronhausen ab nach Norden geht der Zechstein nur noch auf dem westlichen Lahnufer zutage aus. Im Süden ist der Niederweimarer Kopf gegen den nördlicheren Teil des Marburger Rückens durch Störungen begrenzt, sonst ist der Grenzverlauf auf dessen Westseite bis Wehrshausen ein normaler. Im Dorfe Wehrshausen beschreibt Drevermann [1]) eine unbedeutende Störung zwischen Zechsteinletten und Unterem Buntsandstein. Auf der Ostseite des Marburger Rückens nördlich von Gisselberg bildet der Zechstein den Fuß des Berges bis zu der Stelle, wo die Berge scharf an die Lahn herantreten und der Zechstein an einer Verwerfung am Buntsandstein endigt. Nördlich Wehrshausen ist der Buntsandstein eine Strecke lang an einer Störung gegen Carbon verworfen, und erst am Stümpelkopf östlich von Michelbach finden wir wieder einen ungestörten Grenzverlauf, bis nördlich des Wehrholzes wieder eine Störung eintritt, die bis zur Lahn reicht.

Nördlich der Lahn finden wir an der Chaussee Goßfelden-Wetter auf der Westseite des Tales Zechstein, auf der Ostseite Buntsandstein. Nur am Südwesthang dieses Buntsandsteinberges war der Zechstein mit seinem oberen Konglomerat in einem kleinen Aufschluß anstehend zu sehen, wie Kayser schon bei seiner Kartierung des Blattes Marburg festgestellt hat. Von der Rodenbach weiter nördlich bis zur Wetter-Amönauer Straße liegt wieder eine Störung zwischen Buntsandstein und Zechstein vor, wie aus dem Grenzverlauf auf der Karte deutlich hervorgeht. Meyer zeichnet auf seiner Karte hier normalen Grenzverlauf ein und spricht von einer örtlichen Transgression des Buntsandsteins [2]), da hier das obere Zechsteinkonglomerat fehle. Das Fehlen dieses Konglomerates nördlich der Rodenbach läßt sich aber leichter durch die erwähnte Störung erklären, zumal es einige 100 m weiter südlich wieder vorhanden ist. Westlich von Wetter finden wir nochmals auf eine kurze

[1]) Fr. Drevermann, Über ein Vorkommen von Kupferletten bei Marburg. Zentralbl. f. Min. 1901, S. 428.

[2]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen usw., S. 426.

Strecke ungestörten Grenzverlauf, während von Wetter bis Obersimtshausen im Wetschafttal eine durch das Tal verlaufende Störung vorliegt. Bei dem letzteren Orte springt der Buntsandstein an einer O.-W.-Störung weit nach Westen zum alten Gebirge hin vor; an der Kreuzungsstelle der O.-W.- und N.-S.-Störung läßt sich ein teilweise sehr verwickeltes Sprungsystem verfolgen[1]). Auffällig ist, daß im Tal der Wollmar westlich von Münchhausen eine kleine Scholle von Zechstein, die rings von höheren Schichten des Unteren Buntsandsteins umgeben wird, stehen geblieben ist. Von Niederasphe an ist der Grenzverlauf bis nach Berghofen bei Battenberg fast durchgängig durch Nordsüdstörungen bedingt.

Von Battenberg über Frankenberg nach Geismar und von hier aus rund um den Kellerwald herum bildet der Zechstein ein schmales, auf beiden Seiten von Verwerfungen begrenztes Band. Nur infolge besonderer tektonischer Verhältnisse, auf die ich später zu sprechen komme, liegt auf Blatt Frankenau Unterer Buntsandstein normal auf Zechstein auf.

In der eben angeführten Zone am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges und um den Kellerwald herum zeigt der Obere Zechstein — und nur dieser ist hier vorhanden — eine von der im übrigen Deutschland beobachteten abweichende Ausbildung. Wir finden hier Konglomerate und stark eisenschüssige und feldspatreiche Sandsteine von tiefbraun-violetter Farbe, dazwischen einzelne Dolomiteinlagerungen. Diese Schichten, die gewöhnlich als Frankenberger Permbildungen bezeichnet werden, gliedern Denckmann und Meyer folgendermaßen:

Jüngeres Konglomerat,
Sandsteine mit Stätebergflöz und Geismarer Kupferletten,
Älteres Konglomerat.

Die Konglomerate können ja zu Verwechslungen mit dem Buntsandstein keine Veranlassung geben; aber auch die permi-

[1]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen, S. 403.

schen Sandsteine unterscheiden sich durch ihre braunviolette Farbe leicht von den stets helleren, rotbraunen bis roten Sandsteinen der Trias. Dies tritt besonders bei der Betrachtung größerer Flächen aus der Entfernung hervor. Außerdem führt der Permsandstein polygenes Material und toniges, sehr häufig kalkiges oder dolomitisches Bindemittel, während der Untere Buntsandstein vorherrschend Quarzkörner und kieselig-toniges, niemals carbonatisches Bindemittel enthält und infolgedessen auch eine größere Festigkeit besitzt. Ferner stellen sich im Permsandstein viel häufiger konglomeratische Lagen ein. Als Leitpflanze für den kalkhaltigen Verwitterungsboden des Zechsteins erwähnt Denckmann *Tussilago farfara*.

b) Buntsandstein.

Wie überall in Deutschland gliedert sich auch in Oberhessen der Buntsandstein in drei Teile:

Oberer Buntsandstein oder Röt (so),
Mittlerer Buntsandstein (sm),
Unterer Buntsandstein (su).

Die hauptsächlichsten Gesichtspunkte bei der Gliederung waren folgende: Der Untere Buntsandstein ist gekennzeichnet durch stets feinkörnige rote Sandsteine, die mit roten, oft sandigen Schieferton- und Lettenlagen abwechseln. Zu dem Mittleren Buntsandstein wurden alle Schichten gerechnet, welche sich durch Zurücktreten oder Verschwinden des Tongehaltes, durch Überwiegen des kieseligen Bindemittels, durch einen Wechsel von grob- und feinkörnigen Bänken und durch Geröllführung auszeichnen, wobei die Grenze gegen den Unteren Buntsandstein mit dem ersten Auftreten grobkörniger Lagen gezogen wurde.

Am südlichen Harzrande, wo zuerst eine Gliederung des Buntsandsteins vorgenommen wurde, zeichnet sich der Untere Buntsandstein durch die Rogensteinbänke aus. Dieser Unterschied kommt bei dem Fehlen derartiger Bildungen in Ober

hessen für uns bei der Grenzziehung nicht in Betracht. Die hier vorgenommene Art der Gliederung stimmt vollkommen mit der Grupe's überein, welcher »in dem plötzlichen Auftreten von grobkörnigen und konglomeratischen Sandsteinen... eine wesentliche Änderung in den Absatzbedingungen und damit einen neuen Abschnitt in der Buntsandsteinperiode« sieht[1]). Zu dem Röt endlich wurden nur Schichten gestellt, in denen die Sandsteine durch bunte Tone, Letten und Mergel verdrängt sind.

1. Unterer Buntsandstein (su).

Seine Hauptverbreitung hat der Untere Buntsandstein an den Rändern unseres Gebietes. So finden wir ihn am Ostrand des Schiefergebirges auf der ganzen Strecke von Staufenberg bis Berghofen bei Battenberg zu beiden Seiten des Lahn- und Wetschafttales, teils normal auf dem Zechstein auflagernd, teils an Verwerfungen gegen ihn absetzend, während er von dem Mittleren Buntsandstein meist normal überlagert wird. Von Berghofen bis in die Geismarer Gegend bildet er ein mehr oder weniger breites Band südlich des Edertales, um dann von hier aus den paläozoischen Kellerwaldhorst wallartig zu umgeben, wo er infolge des staffelförmigen Abbruches der jüngeren Schichten meist nur ein schmales Band bildet. In der Gegend nördlich von Gemünden im Wohratal nimmt er dagegen ein ausgedehntes Gebiet ein; ebenso tritt er auf beiden Seiten des Tales zwischen Rauschenberg und Gemünden auf.

Die ganze Schichtenfolge des Unteren Buntsandsteins zeichnet sich im Gegensatz zum Mittleren durch eine große Gleichförmigkeit in ihrem petrographischen Verhalten aus. Bei Staufenberg und in der Marburger Gegend, bei Frankenberg und am Kellerwald, überall zeigt er dasselbe Gepräge. Er setzt sich zusammen aus roten bis

[1]) O. Grupe, Zur Gliederung des deutschen Buntsandsteins. Dieses Jahrb. 1912, Bd. 33, 1, 3, S. 405.

rotbraunen Sandsteinen mit tonig-kieseligem Bindemittel, welche stets mit durch Eisenoxyd rot gefärbten glimmerreichen Lagen von Schiefertonen wechsellagern. Die tonigen Zwischenlagen weisen vielfach einen größeren Sandgehalt auf, so daß man sie als tonige Sandsteinschiefer bezeichnen kann. Ein carbonatisches Bindemittel ist in Oberhessen weder in Unterem noch in Mittlerem Buntsandstein jemals beobachtet worden. Daher ist das Auftreten von vereinzelten kalkhaltigen Knotten an der Basis des Buntsandsteins bei Altenhaina auf Blatt Frankenau beachtenswert. Dieses schon von Denckmann erwähnte Vorkommen, das sich an anderen Orten nicht feststellen ließ, läßt sich mit den Dolomitknollen der Bröckelschiefer vergleichen und als ein Nachklang der Zechsteinzeit auffassen.

Das Material der Sandsteine besteht zum weitaus größten Teil aus eckigen, seltener runden Quarzkörnern, gegen die Körner von verwittertem Feldspat oder Kaolin sehr zurücktreten. Die Kaolinführung ist überhaupt auf einzelne Lagen beschränkt, sie ist in den Sandsteinen der hangenden Schichten größer als in denen der liegenden. Während sich die Sandsteine durch ein feines Korn auszeichnen, so daß die einzelnen Komponenten häufig mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind, finden sich auf den Schichtflächen und besonders in den sandigtonigen Zwischenschichten einzelne Lagen und Schnüre von gröberen, gerundeten Quarzkörnern. Befreit man diese sandigtonigen Schichten durch Schlämmen von dem tonigen Bindemittel, so unterscheidet man deutlich wasserhelle eckige Quarzkörner von größeren gerundeten und undurchsichtigen Körnern von Gangquarz.

Die rote Farbe wird durch ein Bindemittel von Eisenoxyd hervorgerufen, das in dünnen Häutchen die einzelnen Körner umgibt und sie miteinander verkittet.

Die Quarzkörner selbst stammen ursprünglich meist aus ver-

witterten Tiefengesteinen, worauf ihre Flüssigkeitseinschlüsse hindeuten. Wichtig ist ferner noch der Glimmergehalt in einzelnen Lagen. Es ist heller Kaliglimmer; dagegen hat sich nach einer mündlichen Mitteilung bei einer früheren Analyse in den sehr glimmerreichen Tonen am Kaffweg unterhalb der »Hansenhäuser« östlich von Marburg auch Lithionglimmer nachweisen lassen. Der Glimmer ist stets so verteilt, daß sich die einzelnen Blättchen parallel zu den Schichtflächen gelagert haben; wo sie reichlicher auftreten, wie besonders in den tonigen Zwischenschichten, bedingen sie daher den Zerfall der Schichten in dünne Bänke und schiefrige Lagen. Die oberen Schichten des Unteren Buntsandsteins sind infolge des Zurücktretens der Sandsteine viel glimmerreicher als die unteren.

Im Unteren Buntsandstein finden wir häufig Kreuzschichtung, Rippeln, Regentropfeneindrücke, Trockenrisse, Tongallen, unregelmäßige Wülste und sogenannte Tondüten. Am seltensten kommen von diesen Erscheinungen in unserem Gebiet Regentropfeneindrücke vor. Kayser bildet eine Platte mit solchen Eindrücken und Trockenrissen aus den Steinbrüchen von Ockershausen westlich von Marburg ab[1]). Wo tonige Schichten fehlen und die Sandsteine vorherrschen, wird man derartige Eindrücke viel weniger erwarten können[2]). Die Kreuzschichtung soll bei dem Mittleren Buntsandstein näher besprochen werden, da sie dort häufiger und typischer auftritt.

An dieser Stelle mag dagegen näher auf das Vorkommen von Wülsten, Tondüten, Trockenrissen und Tongallen eingegangen werden. Diese Erscheinungen werden zu einer Gruppe zusammengefaßt, da sie im wesentlichen dem gleichen Vorgang ihre Entstehung verdanken, wie später gezeigt werden soll. Wichtig ist, daß derartige Bildungen an kein bestimmtes Niveau gebunden sind, sondern

[1]) Kayser, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. 4. Aufl., S. 157.

[2]) Vergl. aber hierzu: R. Strasser, Über Buntsandsteinplatten aus Heidelberg usw. Ber. des Oberrh. Geol. Ver. f. 1909, S. 127.

überall im Unteren Buntsandstein auftreten. Die Tongallen sind oft lagenweise angeordnet, und zwar besonders in den Sandsteinschichten im Hangenden von tonigen Zwischenlagen, wo sie dann eine dünnschiefrige Absonderung in gleicher Weise wie Glimmerlagen hervorrufen. Gestalt und Größe der einzelnen Tongallen wechseln, teils sind sie rund oder elliptisch, teils eckig und unregelmäßig begrenzt, bald haben sie die Größe eines Fingernagels, bald die eines Handtellers. Auch ganz schmale, langgezogene Tonschmitzen finden sich, welche die Querschnitte von Tongallen darstellen.

Nicht so häufig wie die Tongallen und hauptsächlich auch auf den unteren Teil des Buntsandsteins beschränkt ist das Auftreten von unregelmäßigen tonigen Wülsten, walzenförmigen, z. T. auch etwas gedrehten Körpern, wie sie sich häufiger besonders in den Ockershäuser Brüchen östlich von Marburg finden. Nehmen diese Wülste eine mehr geradlinig begrenzte, keilförmige Gestalt an, so bezeichnet man sie als Tondüten. Eine Abbildung einer im Marburger Museum befindlichen Platte gibt Kayser [1]), ferner van Wervecke in den Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken.

Über die Entstehung dieser Bildungen finden wir in der Literatur verschiedene Ansichten, die alle nur in ihrem Ausgangspunkt übereinstimmen [2]). Flache Tümpel oder Ufer von Seen und Meeresbuchten, in die Wasser und Wind tonigen Schlamm und Staub transportiert haben, so daß sich eine mehr oder weniger starke Tondecke bildete, fallen durch Verdunstung oder Sinken des Wasserspiegels der Austrocknung anheim. Infolge davon bilden sich polygonale Sprünge auf der austrocknenden Tonfläche, auf der dann auch einzelne kurze Strichregen ihre Eindrücke hinterlassen können. Lagert sich nun

[1]) Kayser, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. 4. Aufl., S. 342, Fig. 90.

[2]) Bornemann, Über den Buntsandstein in Deutschland. S. 15—16. — B. Cotta, Bruchstücke. Neues Jahrb. f. Min. 1840, S. 135. — Berichte des Oberrh. geol. Vereins für 1906. — J. Walther, Das Gesetz der Wüstenbildung. II. Aufl. S. 18 u. 276, sowie Fig. 6. — van Wervecke, Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken, S. 141—142.

eine neue, sandige Schicht über der Tondecke ab, so bilden die Ausbildungen der Risse erhabene Netzleisten auf der Unterfläche der hangenden Sandschicht. Auch diese finden sich in unserem Gebiet überall, gelegentlich bis zu einer Breite von 15 cm. Schreitet die Austrocknung der Pfütze nun weiter fort, bevor neue Sedimente abgelagert werden, so blättern einzelne Lagen der Tonschicht oberflächlich ab und rollen sich ein. Eine derartige eingetrocknete Tonpfütze zeigt die Abbildung 1, die ich im August des trockenen Sommers des Jahres 1911 einige Tage nach einem Regenfall in einer Sandgrube bei Ebsdorf südöstlich von Marburg aufnahm. Die einzelnen Stadien des Abblätterns und Einrollens sind hier deutlich zu erkennen. Auch zeigten sich schöne Regentropfeneindrücke. Leicht werden nun die kleinen Tonrollen ein Spiel des Windes, der sie verfrachtet und in sich bildende Sedimente als Gerölle oder als »Tongallen« einbettet. Bei einem Transport durch Wasser fallen sie dagegen schnell zusammen und können nur als ganz flache Geschiebe in nächster Nähe ihres Entstehungsortes erhalten bleiben. Es kann nun auch der ganze Tümpel mit Sand überschüttet werden, welcher sich auch unter den Tonrollen ablagert und sie als Tondüten oder kleinere Wülste erhält. Für die größeren, unregelmäßigen Wülste nehme ich dagegen an, daß sie abgerissene Teile einer schon etwas erhärteten dickeren Tonschicht sind, die bei gelegentlichen Überflutungen verrollt und in Sand eingebettet worden sind.

Im Marburger Museum befindet sich eine von Geheimrat Kayser bei Wehrshausen gefundene Sandsteinplatte mit Tongallen von etwa 10 cm Durchmesser. Die Oberflächen dieser Tongallen sind mit gut erhaltenen Rippeln bedeckt, deren Richtung auf den einzelnen Tongallen eine verschiedene ist. Sie müssen also entstanden sein, bevor die Tongallen in ihre jetzige Lage gelangt sind. Dies spricht dafür, daß die Tonschicht oder die Tonschichten, denen die Tongallen entstammen, schon ziemlich erhärtet gewesen sein müssen, so daß sie einen Transport ertrugen, ohne daß die Rippeln zerstört wurden.

Nicht unerwähnt möchte ich schließlich noch lassen, daß auf einer anderen kleineren Platte im Marburger Museum die flachen breiten Kämme eines Systems von Rippeln mit Steinsalzpseudomorphosen bedeckt sind, wie wir sie bei uns sonst nur im Röt finden.

Wellenfurchen oder Rippeln sind eine überall im Buntsandstein verbreitete Erscheinung. Ich ziehe den Ausdruck Rippeln vor, weil die Entstehung dieser Gebilde mit den Wellen einer Wasseroberfläche nichts zu tun hat, so daß der Ausdruck »Wellenfurche« leicht irreführen könnte. Man hat sich die Entstehung dieser Rippeln folgendermaßen vorzustellen: Überall, wo sich zwei in sich bewegliche Medien mit verschiedener Geschwindigkeit übereinander hin bewegen, wird sich an ihrer Berührungsfläche eine Oberfläche geringsten Widerstandes auszubilden suchen, die sog. Helmholtzsche Wellenfläche. Solche Wellenflächen können entstehen, wenn Wasser über Schlamm oder die bewegte Luft über Sand oder vulkanische Asche hingleitet. Man hat sie auf Schneeflächen und auch an den Wolken beobachtet; ähnliche Bildungen sind auch von gepreßten Tonen, die zur Herstellung von Ziegelsteinen mit einem Draht durchschnitten wurden, beschrieben. Sie können sich ebensogut auf Dünen, wie am Grunde flacher Gewässer, oder durch den Sogstrom des Meeres am Strande bilden. Es ist klar, daß die Ausbildung der Rippeln nicht in allen Fällen eine gleiche ist. Der Abstand der einzelnen Wellenkämme voneinander hängt einmal von der Strömungsgeschwindigkeit ab und kann daher sehr schwanken. Dann wird aber auch die Korngröße und die Kohäsion des Mediums, auf dem sich die Rippeln bilden, von großem Einfluß sein. Die reinste Form der Helmholtzschen Wellenfläche kann sich wohl auf dem schlammigen Boden flacher, sehr wenig, aber gleichmäßig bewegter Gewässer bilden. Eine solche Entstehungsart möchte ich den Rippeln des Unteren Buntsandsteins der Marburger Gegend zuschreiben, bei denen die einzelnen Wellen vollkom-

men symmetrisch mit flachem Grund und scharfem Kamm ausgebildet zu sein pflegen. Wird dagegen die Geschwindigkeit des bewegten Mediums eine größere und ist der Zusammenhang der einzelnen Teilchen der Unterlage geringer, so kann leicht ein Transport von Material stattfinden und wir werden unsymmetrische Wellenkämme mit deutlich unterscheidbarer Luv- und Leeseite erhalten. Derartige Verhältnisse können besonders leicht bei äolischen Sandanhäufungen eintreten. Doch beobachtete ich sie auch vielfach auf dem mehr sandigen als schlammigen Boden raschfließender Bäche im Buntsandsteingebiet des Burgwaldes und der Marburger Gegend. Es ist für die Beurteilung der Bildungsweise des Buntsandsteins wichtig, daß solche unsymmetrischen Rippeln im Mittleren Buntsandstein unseres Gebietes die Regel, im Unteren dagegen selten sind.

In den Brüchen von Ockershausen finden sich öfters Platten mit zwei sich kreuzenden Systemen von gut ausgebildeten Rippeln (s. Abb. 2).

Im Anschluß an diese auf den Schichtflächen auftretenden Erscheinungen ist noch ein von Dr. Herrmann im Jahre 1906 in den Steinbrüchen von Ockershausen gefundenes Handstück von Unterem Buntsandstein anzuführen. Auf der Oberfläche dieses Stückes finden wir neben kleinen unregelmäßigknotenförmigen Gebilden vier in gleicher Weise ausgebildete Erhabenheiten, die ich für die Ausfüllungen von Fußspuren halte, wie sie auch aus anderen Gegenden beschrieben sind. Sie haben die Gestalt einer klaffenden Muschel, jede Hälfte ist 4 mm lang, 1 mm breit und ragt etwa $^1/_2$—1 mm hervor. Es sind drei dieser Spuren ziemlich in einer Richtung angeordnet und öffnen sich nach der gleichen Seite, während die vierte in einer zur ersten senkrechten Richtung verläuft. Da dies das einzige bis jetzt in Oberhessen bekannte Vorkommen von Spuren ist, verdient es einige Beachtung.

Die tonigen Sandsteine und Schiefertone geben bei der

Verwitterung einen tiefgründigen, sandig-lehmigen Boden, der für Waldbestände sehr gut ist, in tieferen Lagen aber leicht zu feucht wird. In Gegenden mit wenig Lößbedeckung wird der Untere Buntsandstein vorwiegend zur Feldwirtschaft, der Mittlere dagegen zur Forstwirtschaft verwandt.

Gliederung des Unteren Buntsandsteins.

In großer Einförmigkeit und Gleichmäßigkeit in ihrer petrographischen Ausbildung stellen sich die Schichten des Unteren Buntsandsteins dar, so daß es sehr schwer fällt, sie in weitere Unterabteilungen zu zerlegen, wie es in benachbarten Gebieten geschehen ist. Mit Sicherheit läßt sich nur in seinen liegenden Schichten eine Bausandsteinzone ausscheiden und nach oben hin ein Zurücktreten der Sandsteine und eine Zunahme der sandig-tonigen Zwischenlagen feststellen.

Angaben über die Bausandsteinzone finden wir bereits in den oben erwähnten Arbeiten Denckmann's und Meyer's. Sie liegt an der Basis des Unteren Buntsandsteins gleich über der Zechsteingrenze und ist stets gut aufgeschlossen, da sie in vielen großen Steinbrüchen ausgebeutet wird. So z. B. links der Lahn nördlich von Staufenberg, westlich von Erbenhausen, bei Wolfshausen und in einer ganzen Reihe größerer Brüche zwischen Wolfshausen und Ronhausen über der Nehbrücke. Weiter ist sie auf dem rechten Lahnufer am Niederweimarer Kopf, bei Neuhöfe, bei Ockershausen, nördlich von Wehrshausen und am Stümpelkopf östlich von Michelbach gut aufgeschlossen. Im Bereich der Blätter Wetter, Biedenkopf und Frankenberg, sowie um den Kellerwald herum werden wir die Bausandsteinzone nur vereinzelt erwarten können, da hier der Untere Buntsandstein an großen Störungen an das Palaeozoicum angrenzt. Ein Profil, welches für das ganze Gebiet typisch ist, gibt Meyer[1]) aus dem großen Steinbruch südwestlich von Gisselberg bei Marburg. Kurz zusammengefaßt zeigt dieses Profil über dem Oberen Zechsteinkonglomerat zuerst 1,30 m dünn-

[1]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen usw. S. 430—431.

schichtige Sandsteine mit konglomeratischen Lagen, darüber zwei Bausteinzonen von 7,70 m bezw. 3 m Mächtigkeit, welche durch dünnschichtige Sandsteine getrennt sind. Ebenso konnte ich in den Ockershäuser Brüchen und bei Neuhöfe zwei Bausteinlagen unterscheiden. Nördlich von Wehrshausen erreichen die Werksteinbänke nicht mehr die Dicke wie weiter im Süden, wo am Niederweimarer Kopf eine 3 m mächtige Werkbank ohne Fuge abgebaut wird. In den Brüchen oberhalb der Nehbrücke lassen sich drei verschiedene Werksteinbänke unterscheiden. Wie ich schon oben angab, ist hier die Auflagerung des Buntsandsteins auf dem Zechstein am Eingang des zweiten Bruches von Norden aus gut aufgeschlossen. Die Grenze ist hier sehr scharf, der Buntsandstein setzt typisch mit festen Sandsteinen über dem lockeren Konglomerat ein. Von einer Geröllführung, wie sie Meyer[1]) für die untersten Lagen des Unteren Buntsandsteins am Waldrande östlich von Wolfshausen und an der Straße südlich Ronhausen angibt, ist hier nichts zu bemerken. Auch an anderen Stellen konnte ich verschiedentlich ein Auskeilen dieser geröllführenden Schichten wahrnehmen.

Von einer Diskordanz zwischen Buntsandstein und Zechstein ließen sich nirgends Spuren finden. Die Grenze ist teils scharf, wie in dem eben besprochenen Falle, oder es findet ein allmählicher Übergang statt, so daß man auf 1—2 m bei dem Ziehen der Grenze in Zweifel bleiben kann. Dabei wechseln die Verhältnisse schon auf kurze Entfernung sehr. Hierfür bieten die Steinbrüche in dem Soldatengraben bei Ockershausen ein gutes Beispiel. In dem Weg, der zu dem nördlichsten Bruch führt, ist die Grenze scharf wie in dem Bruch über der Nehbrücke, weiter nach der Chaussee zu dagegen findet ein ganz allmählicher Übergang statt, indem durch das Zurücktreten der Gerölle sich zuerst ein sandiger, dann ein etwa 1 m mächtiger schiefrig-bröckliger Ton einstellt, wel-

[1]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen, S. 424.

cher in seiner Ausbildung an die Bröckelschiefer erinnert. Darüber folgt dann aber gleich eine dicke feinkörnige Werkbank. Auch im Norden unseres Gebietes an der Eder läßt sich vielfach ein allmählicher Übergang beobachten[1]). In dem Bruche an der Schiefermühle bei Röddenau nahm ich folgendes Profil auf:

17.	Werksteinbank	65 cm
16.	Schieferton	20 »
15.	Wie 13	65 »
14.	Dünne Sandsteinbänke	10 »
13.	Braunrote, feinkörnige Sandsteinbank	60 »
12.	Schieferton	20 »
11.	Hellbraune Werksteinbank, bis nußgroße Gerölle von Kieseln und Kieselschiefern führend, 10 cm über der Basis eine 3 cm starke durchgehende Schicht kleinerer Gerölle	105 »
10.	Sandig-tonige Lagen mit einem lockeren Sandsteinbänkchen	?
	Absatz im Steinbruch.	
9.	Wie 8, zwei dünnere Bänke	29 »
8.	Bausteinbank, Kaolin führend	80 »
7.	Wenig fester Sandstein, mit tonigen Zwischenlagen, oben Sandsteinschiefer	50 »
6.	Wie 4	6 »
5.	Lockerer, feinkörniger Sandstein	6 »
	Oberer Zechstein.	
4.	Glimmerreiche, sandig-tonige Lagen	4 »
3.	Mürbe, dunkle Sandsteine	18 »
2.	Wie 1., etwas heller und mit Tongallen	75 »
1.	Dunkel-violette Sandsteine mit kleinen Geröllen als Boden des Bruches.	
	Gesamtmächtigkeit	613 cm

Will man in diesem Profil eine scharfe Grenze zwischen Unterem Buntsandstein und Oberem Zechstein ziehen, so läßt sie sich etwa zwischen Schicht 4 und 5 legen. Von weitem ist in diesem Steinbruch sehr gut ein allmählicher Übergang in der Farbe des Gesteins festzustellen.

Ein Unterschied dem von Meyer bei Gisselberg angegebenen Profil gegenüber liegt darin, daß die Gerölle etwas höher über die Basis des Unteren Buntsandsteins zu liegen

[1]) H. Meyer, Grobklastische Bildungen usw. S. 429.

kommen und daß außerdem die Werkbänke nicht die große Mächtigkeit besitzen.

Die aus den besprochenen Profilen hervorgehende häufig auskeilende Geröllführung ist von großer Wichtigkeit, da sonst im Unteren Buntsandstein unseres Gebietes Gerölle vollständig fehlen. Es soll daher noch später auf die Bedeutung dieser Geröllagen eingegangen werden.

In der Frankenberger Gegend findet sich die Bausandsteinzone noch anstehend an der Westseite des Pfaffenrod nördlich von Birkenbringhausen, ferner an der Lehne bei Frankenberg und in einzelnen Steinbrüchen nördlich von Altenhaina auf Blatt Frankenau. In der Umgebung des Kellerwaldes finden wir sie zwischen Herbelhausen und Allendorf, ebenso südöstlich von Gilserberg, da hier der Untere Buntsandstein auf einer abgesunkenen Staffel normal auf dem Oberen Zechstein auflagert. Konglomeratische Lagen und Gerölle sind hier jedoch nicht festzustellen, sie sind vielmehr auf den Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges beschränkt.

Über der Bausandsteinzone folgen zuerst mürbe, vielfach glimmerreiche Sandsteine, die an einigen Stellen etwas fester werden, so daß sie sich als Bausteine verwenden lassen. In diesem Niveau liegen die Brüche am Fuße des Galgenberges nordöstlich von Wetter, ebenso wie östlich der Försterei Treisbach und südöstlich von Sebbeterode auf Blatt Gilserberg. Der zuletzt erwähnte Bruch liegt etwa 60 m über der Bausandsteinzone. Der Werkstein dieser jüngeren Lagen ist aber nicht so gut, auch ist das Gestein sehr stark zerklüftet.

Darüber folgen dann Tonschiefer und Lettenlagen im Wechsel mit dünnplattigen meist feinkörnigen Sandsteinen, die an der Grenze gegen den Mittleren Buntsandstein jedoch auch grobkörniger werden können, wie in der Badestube südöstlich von Marburg. Gute Aufschlüsse in diesen tonigen Schichten finden sich in dem Hohlweg, der von Marburg zu den Han

senhäusern führt und im Ludwigsgrund westlich von Marbach auf Blatt Marburg; auf Blatt Wetter nordöstlich von Wollmar und auf Blatt Gemünden in dem Dorfe Halsdorf an der zum Kirchhof führenden Straße. Im ganzen Gebiet gehören fast $^4/_5$ des anstehenden Unteren Buntsandsteins dieser Stufe an.

In der nächsten Umgebung von Marburg weicht die Ausbildung des oberen Unteren Buntsandsteins an einzelnen Stellen von der gewöhnlichen ab. Wir finden hier feste, rote, fast quarzitische Sandsteine, so am Hasenküppel westlich von Marburg und unterhalb von Spiegelslust östlich der Stadt, ebenso am Kappeler Berg hinter der Irrenanstalt. Auf den Schichtflächen finden sich vielfach Lagen von groben gerundeten Quarzkörnern, in dem Gestein selbst kleine Poren und unregelmäßige längliche Schmitzen, die sich durch die Auslaugung von Tongallen gebildet haben. Es ist möglich, daß die Schichten hier nachträglich verkieselt worden sind. Wahrscheinlich sind hierher auch noch die bis 2 m mächtigen Sandsteinbänke im Bruche links der Chaussee von Kappel zum Frauenberg zu stellen, welche man als eine nur örtlich ausgebildete Bausandsteinzone bezeichnen könnte. Diese wird auch einige 1000 m nördlich in einem Bruch oberhalb des Cyriaxhofes an der Chaussee von Kappel nach Marburg in ziemlich dicken und brauchbaren kieseligen Bänken ausgebeutet.

2. Mittlerer Buntsandstein (sm).

Der größte Teil des oberhessischen Buntsandsteingebietes wird von den Gesteinen der mittleren Abteilung dieser Formation bedeckt. Vor allen Dingen nimmt er das ganze Innere des Kartengebietes ein. Auf der rechten Seite des Lahntales finden wir Mittleren Buntsandstein auf dem Marburger Rücken östlich von einer Linie von Ockershausen im Süden nach Goßfelden im Norden an großen Verwerfungen gegen den Unteren verworfen. Westlich der Wetschaft tritt er nur in einzelnen

in die liegenden Schichten eingebrochenen Schollen auf, und zwar bei Niederwetter und Ernsthausen. Dagegen setzt sich die 14 km lange und 3—4 km breite Tafel der Lahnberge ganz aus Gesteinen des Mittleren Buntsandsteins zusammen; nur am Westabfall tritt, wie schon oben gezeigt wurde, der Untere am Fuße der Berge hervor, während an der Ostseite die Lahnberge an großen Störungen gegen die von jüngeren Schichten eingenommene Hessische Senke abschneiden. Daß dieser Abbruch zur Senke kein einheitlicher gewesen ist, zeigen einzelne emporragende Schollen des Mittleren Buntsandsteins bei Moischt und Beltershausen im Ebsdorfer Grunde. Im Bereiche der Blätter Marburg und Niederwalgern bedeckt der Zechstein etwa 12 qkm, der Untere Buntsandstein etwa 30, der Mittlere 60 und der Obere höchstens 3 qkm[1]). Aus diesen Zahlen erhellt sehr deutlich das Überwiegen des Mittleren Buntsandsteins. Das Zahlenverhältnis ändert sich noch mehr zu seinen Gunsten, wenn wir die anderen Teile unseres Gebietes mit in Betracht ziehen. Im Burgwald bedeckt er mehr als $^3/_4$ und westlich des Wohratales etwa $^5/_6$ der Oberfläche, wenn wir von der diluvialen Bedeckung absehen.

Gliederung des Mittleren Buntsandsteins.

Es ist möglich, im Mittleren Buntsandstein einzelne Unterabteilungen zu unterscheiden. Als das unmittelbar Hangende des Unteren läßt sich eine Schichtenfolge von hellrötlichbraunen bis gelbbraunen, oft auch weißlichen, überwiegend grobkörnigen, bindemittelarmen bis bindemittelfreien Gesteinen verfolgen, welche wir als die Stufe der grobkörnigen Sandsteine (sm1) bezeichnen wollen. Nur im Osten, in der Treysa-Ziegenhainer Gegend, schiebt sich zwischen den Unteren Buntsandstein und diese grobkörnigen Sandsteine ein fossilführender Horizont ein, der petrographisch ein Übergangsglied darstellt, wegen seiner Fossilführung aber zum Mittleren Buntsandstein

[1]) Vergl. H. Ditzel, Quellenstudien aus der Umgebung von Marburg. Diss. Marburg 1905, S. 65.

gestellt werden soll. In der Frankenberg-Gemündener Gegend lassen sich innerhalb von sm1 später noch näher zu beschreibende Schichten ausscheiden, die ich nach Denckmann [1]) als »dünnplattige tonige Sandsteine (sm7)« bezeichnen will. Über diesen einzelnen Stufen folgt überall die Bausandsteinzone des Mittleren Buntsandsteins (sm2).

Wir kommen also zu folgender Gliederung:

Nach Denckmann auf Blatt Gilserberg	Werra-Fulda-Gebiet (nach Blanckenhorn, v. Koenen, Bücking, M. Moesta usw.)	Nach Dienemann
Oberer Buntsandstein (so)	Oberer Buntsandstein (so)	Oberer Buntsandstein (so)
	Chirotheriensandstein (smχ)	
Bausandsteinzone (sm3)	Bausandsteinzone v. Koenens (sm2)	Konglomeratische Bausandsteinzone (sm2), darin konglomeratischer Kugelhorizont
Stubensande (sm2)	Grobkörnige Sandsteine (sm1)	Vorwiegend grobkörnige Sandsteine (sm1), darin dünnplattige, tonige Sandsteine (smπ) und an der Basis Gervillienhorizont
Gervillienplatten (sm1)	fehlen	
Unterer Buntsandstein (su)	Unterer Buntsandstein (su)	Unterer Buntsandstein (su)

Stufe der grobkörnigen Sandsteine.

Geht man von Marburg nach Osten durch den tiefeingeschnittenen Kaffweg hinauf auf die Höhe der Hansenhäuser, so sieht man zuerst auf beiden Seiten des Weges rote Schiefertone und dünnbankige, wenig feste Sandsteine anstehen, wie sie für die oberen Schichten des Unteren Buntsandsteins charakteristisch sind. An der Gabelung der Straße nimmt aber das Gestein plötzlich ein ganz anderes Aussehen an: Die Farbe wird zu einem schmutzigen Weißgrau, das vorher feine Korn weicht einem sehr groben, die einzelnen Körner

[1]) Zeitschr. für prakt. Geol. f. 1901, S. 3.

sind gerundet und von ungleicher Größe, ein Bindemittel ist kaum vorhanden. Schlagen wir das Gestein mit dem Hammer an, so sprüht uns ein Regen von Sandkörnern entgegen; vielfach zerfällt es auch unter dem Hammer zu grobem Sand. Gehen wir einige Schritte weiter auf die Höhe der alten Lahnterrasse, so finden wir Straße und Felder fast fußtief von hellem Sand bedeckt, wie er auch in einer kleinen Grube rechts der Försterei anstehend zu sehen ist. Wir sind hier in typisch ausgebildetem »Stubensand«, wie diese Schichtenfolge von Denckmann auf Blatt Gilserberg infolge der Verwendung der Sande genannt worden ist. Daß wir es mit ganz anderen Gesteinen zu tun haben wie im Unteren Buntsandstein, sehen wir recht deutlich in dem Tal nördlich der Hansenhäuser, wo die Berglehne in Steinbrüchen und Sandgruben 20—30 m hoch entblößt ist. Von den eben durchschrittenen Schiefertonen und rotbraunen dünnbankigen Sandsteinen ist hier nichts mehr zu bemerken, es herrscht dagegen eine grobe Bankung der Schichten vor.

Dieser Wechsel im ganzen Charakter des Gesteins rechtfertigt es, wenn wir hier die Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein ziehen. Derartige Profile lassen sich noch an vielen Stellen in der Gegend von Marburg und Wetter beobachten. Ich führe noch folgende besonders deutliche Stellen an:

Der Weg von der Försterei Kappel zum Stempel, wo die Grenze etwa mit dem Waldrand zusammenfällt.

Die kleine Terrasse südlich von Sarnau, und zwar besonders der am weitesten nach Osten gelegene der drei von dem Dorfe nach Süden führenden Hohlwege.

Schließlich noch der kleine Hügel vor Jagen 183 östlich des Bahnhofs Simtshausen auf Blatt Wetter.

Gelegentlich nimmt aber auch schon in den oberen Lagen des Unteren Buntsandsteins der Sandgehalt stark zu, und in solchen Fällen läßt sich wohl angeben, ob wir es mit typischem Mittlerem oder Unterem Buntsandstein zu tun haben, die genaue Grenzziehung bleibt aber etwas schwankend.

An einzelnen Aufschlüssen in der Marburger Gegend ist zu sehen, daß in die Sande auch mehr oder weniger feste, dickbankige Sandsteine eingelagert sein können. In dem ersten Steinbruch in dem Tälchen hinter der »Alten Sieche« östlich von Marburg beobachten wir von oben nach unten folgende Schichten:

4.	Helle Sande ohne festere Sandsteinbänke	20 m
3.	Dickbankiger Sandstein	2 »
2.	Loser Sand	2 »
1.	Dickbankiger Sandstein, auf der Unterseite mit Tongallen und, wo diese ausgelaugt sind, mit kleinen Löchern versehen . .	2 »

Ebenso ist am Hang des Weißensteins nördlich von Marburg und der Augustenruhe oberhalb der Stadt vielfach das Hervortreten von einzelnen festen Sandsteinbänken zu bemerken. Beim Neubau des Physikalischen Institutes auf dem Renthof zu Marburg fanden sich in diesen Schichten sehr feste Sandsteinbänke, die gesprengt werden mußten und an Ort und Stelle als Werksteine benutzt werden konnten.

Ferner finden wir noch Werksteinlagen in dieser Unterabteilung nordöstlich des Dorfes Niederwetter, wo ein dickbankiger, sehr grobkörniger Sandstein abgebaut wird. An dieser Stelle ist gut zu beobachten, wie die Sandsteine nach dem Ausgehenden hin zu Sanden zerfallen sind. Desgleichen wird bei Münchhausen im Wetschafttal in dieser Stufe ein ziemlich grobkörniger Sandstein gebrochen, der sehr viel zersetzte Feldspatteilchen enthält. Vereinzelt finden wir hier auch kleine Putzen einer weißen kaolinischen Substanz. Zuletzt ist noch ein feinkörniger, fast quarzitischer Sandstein aus dem Bruch am Mühlenberg südlich von Kappel zu erwähnen, der hier an die Basis des Mittleren Buntsandsteins zu stellen ist, soweit man es wenigstens bei den schlechten Aufschlüssen beurteilen kann.

Neben groben Sanden und den verschiedenen Sandsteinen finden wir in dieser Stufe noch verschiedentlich Einlagerungen von ganz feinen weißen Quarzsanden, die teilweise mächtige Lagen bilden können, zum Teil auch wieder Einlagerungen von grobkörnigeren Schichten enthalten. Lager solchen feinen

Sandes finden wir besonders in der Nähe von Goßfelden. Auf der Karte lassen sich aber alle diese einzelnen Gesteine nicht ausscheiden, da sie nicht auf ein bestimmtes Niveau beschränkt sind und keine durchgehenden Horizonte bilden.

Für die ganze Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins ist das Fehlen von Glimmer und das Zurücktreten von feldspatigen Gemengteilen bezeichnend.

Sehr häufig finden wir in ihr Eisenschalen oder Eisenschwarten. Es hängt dies damit zusammen, daß die färbenden Eisenverbindungen durch kohlensäurehaltige Sickerwässer gelöst, fortgeführt und dann an besonders dazu geeigneten Stellen wieder angereichert worden sind. Solche Stellen sind besonders die Grenzflächen gegen den undurchlässigen Unteren Buntsandstein [1]). Es läßt sich vielfach verfolgen, daß diese Grenze gerade durch das Auftreten derartiger Eisensandsteine ausgezeichnet ist. Und zwar finden wir meist Brauneisenstein, seltener das wasserfreie Oxyd. Vereinzelt sind derartige Sandsteine auch manganhaltig und gelegentlich wurde brauner und roter Glaskopf beobachtet.

Außer an der Grenze gegen den Unteren Buntsandstein treten derartige Eisenanreicherungen auch im Mittleren selbst überall da auf, wo weniger durchlässige Schichten an durchlässigere anstoßen, also auch schon an der Grenze von feinen und groben Sanden. Auch bedecken dünne Überzüge von Brauneisenstein die Klüfte im Sandstein, da auf ihnen leichter ein Verdunsten des Wassers stattfinden konnte. Schließlich treten Eisenschwarten auch noch in Verbindung mit Verwerfungen auf, an denen der durchlässige Mittlere Buntsandstein gegen den tonigen Unteren angrenzt. Am Weißenstein nördlich von Marburg z. B. läßt sich der Verlauf einer derartigen Störung geradezu an den massenhaft auftretenden Eisenschwarten auf

[1]) Diese Art des Vorkommens ist auch schon von dem kurhessischen Leutnant Ph. Braun beschrieben worden. N. Jahrb. f. Min. 1842, S. 668.

den Feldern verfolgen[1]). In den Aufschlüssen bilden solche Eisensandsteine vielfach hervorragende Leisten, wie südlich des Weißensteines. Hier sowohl wie in dem Steinbruch im Dorfe Wehrda nördlich von Marburg ist auch sehr gut zu beobachten, daß die Anreicherung des Eisens durchaus nicht immer parallel den Schichtflächen stattgefunden hat, sondern auf ganz unregelmäßigen, kugeligen oder konzentrisch-schalig angeordneten Flächen vor sich gegangen ist. In Gegenden, wo die Schichten des Mittleren Buntsandsteins ihre rote Farbe bewahrt haben, finden sich sehr wenig solche Eisenschwarten.

Außer einer Entfärbung hat an den Verwerfungsklüften ein Zerfall des Gesteins stattgefunden, indem wohl durch aufsteigende alkalische Gewässer das wenige kieselige Bindemittel gelöst worden ist. Man kann auch annehmen, daß an diesen Stellen das Gestein teilweise zertrümmert ist, wie ich dies für einzelne Stellen am Weißenstein für wahrscheinlich halte. Die Schichten sind hier von verschiedenen, in Verbindung mit Störungen auftretenden Kluftsystemen durchzogen. Wir finden nun lose Sande immer da, wo sich verschiedene solche Klüfte kreuzen. Die Einwohner des benachbarten Dorfes Wehrda haben diese Erscheinung benutzt und an solchen Stellen zur Sandgewinnung kleine Höhlen in den Berg gegraben, in denen jetzt diese Verhältnisse sehr gut zu beobachten sind.

Fast in jedem Aufschluß innerhalb der Stufe der grobkörnigen Sandsteine fällt dem Beschauer sofort die Kreuzschichtung auf. Gerade in den Sanden ist sie infolge der verschiedenen Korngröße und der häufigen Entfärbung einzelner Schichten gut zu beobachten. Einige besonders schöne derartige Vorkommen mögen hier angeführt werden:

Auf Blatt Marburg die Sandgruben oberhalb von Wehrda

[1]) Ähnliche Verhältnisse sind in den Erläuterungen zu Blatt Rosental beschrieben; hier hat man solche Vorkommen sogar bergmännisch zu verwerten gesucht. Vergl. ferner K. Kolesch, Über die Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein. Dieses Jahrb. f. 1908, Teil I, S. 599.

und Goßfelden und auf Blatt Gilserberg der Rote Berg bei Mengsberg.

Nicht an allen Punkten ist die Kreuzschichtung gleichartig ausgebildet. Weniger häufig ist der Fall, daß wir überhaupt keine vorherrschende Richtung bemerken, so daß ein wirres Durcheinander von ganz verschieden geneigten Lagen entsteht, die vielfach auskeilen oder ineinander übergehen. Diese Art der Schichtung läßt sich sehr gut in einem Aufschluß nördlich der Försterei Oberrosphe auf Blatt Wetter beobachten. Sie gleicht vollkommen der wirren Schichtung in tertiären fluviatilen Sanden, welche die beiliegende Photographie aus der Sandgrube südlich des Stempels bei Marburg zeigt (s. Abbildung 3).

Allgemeiner verbreitet ist eine zweite Art von Kreuzschichtung, wie sie die Abbildung 4 aus einer Sandgrube bei Unterrosphe darstellt. Bei ihr verlaufen eine Anzahl von Schichten einander fast parallel, während die dazwischenliegenden gleichfalls einer Richtung folgen, die jedoch mit der ersten einen bestimmten Winkel bildet. Diese zweite Richtung wechselt nun meist nach einer gewissen Zeit mit einer neuen ab, die mit der ersten wieder einen anderen Winkel einschließt. Für diese Art der Schichtung ist Naumann's Ausdruck: »Diskordante Parallelstruktur« eher passend, da man hier von einem Parallelismus reden kann, während das Wesen der ersten Art ja gerade darin besteht, daß keine Richtung vor der anderen bevorzugt ist. Die horizontalen Lagen, welche gleichsam über die Schichtenköpfe der anderen transgredieren, sind meist feinkörniger und oft als dünnbankige Sandsteine ausgebildet, während die zwischenliegenden Schichten dann nur ein loses Haufwerk grober Körner bilden.

Aus dem Auftreten der Kreuzschichtung und aus der Art ihrer Ausbildung einen Rückschluß auf die Entstehungsweise des Buntsandsteins zu ziehen, ist sehr schwierig und muß mit großer Vorsicht geschehen. Mit Sicherheit läßt sich nur sagen, daß bei der ersten Art der Ausbildung ein viel häufigerer

Wechsel in der Transportrichtung stattgefunden haben muß, ob aber Wind, Flüsse oder Meereswogen die Ablagerung bewirkten, läßt sich hieraus allein nicht folgern.

Nun ist es ja das Gegebene, rezente ähnliche Sedimentationsvorgänge und auch fossile Bildungen, über deren Bildungsweise aus anderen Gründen kein Zweifel herrschen kann, zum Vergleich heranzuziehen. Angaben und Beobachtungen dieser Art finden sich vielfach in der Literatur, ohne daß es jedoch möglich wäre, aus ihnen Klarheit zu erlangen. Wir finden Kreuzschichtung beschrieben aus Ablagerungen am Meeresstrand, wo sie durch den Wechsel der Gezeiten und durch die wechselnde Windrichtung und die Strandversetzung bedingt ist. Frantzen [1]) beschreibt Diagonalstreifung aus diluvialen Werrasanden, aus dem Muschelkalk und dem Buntsandstein der Meininger Gegend und kommt zu folgendem Schluß: »Die vollständige Übereinstimmung des Baues der Diagonalstreifung im Buntsandstein mit derjenigen der unter Wasser entstandenen Schichten der fluviatilen Sandlager und der marinen Schichten des Unteren Muschelkalks nötigt uns, auch für den Buntsandstein eine Entstehung unter Wasser anzunehmen. Daß dieses Wasser dasjenige des Meeres gewesen ist, zeigt uns außer anderen Umständen der häufige Wechsel der Richtung der Streifung in vielen Schichten. Derselbe ist ohne Zweifel auf den Einfluß der Gezeiten auf die Wasserbewegung im Meere zurückzuführen.«

Frantzen gibt auch zu, daß in Dünen Kreuzschichtung auftrete, doch sei diese viel wirrer als die im Buntsandstein.

Im Gegensatz hierzu schreibt Tornquist [2]) in einer gegen die Annahme einer subaerischen Entstehung des Buntsandsteins gerichteten Abhandlung: »Die ganz wirre Kreuzschichtung ist vielmehr submarinen und litoralen Sandbänken als Dünen eigen.«

[1]) W. Frantzen, Untersuchungen über die Diagonalstruktur verschiedener Schichten usw. Dieses Jahrb. für 1892, S. 138 ff.

[2]) A. Tornquist, Die Binnenmeerfacies der Trias. Geol. Rundschau, Bd. 3, Heft 2, 1912, S. 111 ff.

Von anderen Autoren wird dagegen die Kreuzschichtung als ein Charakteristikum der Dünen angesehen. Laspeyres[1]) spricht von ihr als von einer triebsandartigen Anhäufung der Elemente und einer bekannten Erscheinung am Dünenstrande; derselben Ansicht sind Fraas[2]), Bornemann[3]) und J. Walther. Ebenso finden wir in modernen Reisebeschreibungen vielfach Kreuzschichtung aus Dünen der Wüste beschrieben, so besonders in Sven Hedins prächtigem Werk über die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner Reisen. Daß auch horizontale Lagerung in Dünen vorkommt, hat Haller an denen von Helgoland gezeigt. Schon aus diesen wenigen Angaben ist ersichtlich, daß aus dem bloßen Auftreten von Kreuzschichtung allein kein sicherer Schluß zu ziehen ist. Man muß vielmehr sehr genau die Art ihrer Ausbildung in rezenten und fossilen Schichten untersuchen. Als wichtige Momente kommen dabei besonders in Betracht: Der Unterschied zwischen ihrer litoralen, fluviatilen und subaerischen (in Strand- und Binnendünen) Ausbildung in bezug auf Material, Korngröße, Richtungswechsel, Regelmäßigkeit und Böschungswinkel.

Über den Böschungswinkel hat Bornemann praktische Versuche angestellt, indem er Sand an der Luft und im Wasser aus einem Trichter laufen ließ. Im ersten Falle kam er zu 37°, im zweiten zu 30°. Diese Werte müssen aber als Maximalwerte gelten, da der Einfluß der Strömung und des Windes hierbei unberücksichtigt ist und nur die Schwerkraft allein wirkte. Ebenso ist auf die Abhängigkeit des Winkels von der Korngröße zu achten.

Den Winkel in den oben erwähnten diluvialen Werrasanden gibt Frantzen mit 23°, höchstens mit 30° an; für Dünen, bei denen die Schichtung nur parallel der Leeseite vor sich geht, gibt Solger[4]) 25°, Rolphs 28—30°, Futterer[5])

[1]) Geol. Zeitschr. für 1872, S. 276.
[2]) Fraas, Die Bildung der germanischen Trias. 1899.
[3]) I. G. Bornemann, Über den Buntsandstein in Deutschland usw. Jena 1889.
[4]) F. Solger, Dünenbuch, 1910.
[5]) Futterer, Durch Asien. Geologische Charakterbilder. II. Teil. Berlin 1909.

15—30° und Walther 32° an. Ich selbst habe vielfach den Böschungswinkel im Buntsandstein gemessen und führe die erhaltenen Resultate in folgender Tabelle an, wobei in jedem Falle nur Maximalwerte berücksichtigt worden sind.

Ort	Meßtisch-blatt	Winkel	Stufe
Sandgrube bei Unterrosphe	Wetter	10°	sm1
Jagen 186 und 182 im Forst Oberrosphe	»	25°	sm2
Hügelberg östlich von Wetter	»	15°	sm1
Bosseberg bei Roda	»	16°	»
Kupferschmiede bei Marburg	Marburg	bis 30°	sm2
Sandgruben oberhalb von Wehrda . .	»	18—25°	sm1
Heuberg	Rosenthal	15°	»
Lehnhausen	»	10, 12, 23, 25°	»
Bruch am alten Bahnhof von Treysa .	Ziegenhain	5°	sm2
Roter Berg bei Mengsberg	Gilserberg	25°	sm1

Winkel über 30° habe ich nie beobachtet, der Durchschnitt ist etwa 20°. Überall zeigt sich, daß die Neigung oben stärker als unten ist; die obigen Werte beziehen sich alle auf den oberen Böschungswinkel. Wenn auch die Tabelle keinen sicheren Schluß erlaubt, schon wegen des beschränkten Gebietes, so kann sie doch dazu dienen, um mit Beobachtungen aus anderen Formationen und rezenten Bildungen verglichen zu werden.

Dünnplattige, feinkörnige Sandsteine mit tonigen Zwischenschichten in sm1 (smπ).

Für die Marburger Gegend hatten wir als normales Verhalten festgestellt, daß über dem Unteren Buntsandstein der Mittlere mit groben Sanden beginnt, und daß über dieser Schichtenfolge, welcher rote tonige und feinkörnige Sandsteine und tonige Zwischenschichten fehlen, die Bausandsteinzone einsetzt. Diese Übereinanderlagerung findet jedoch keineswegs überall in unserem Gebiete statt. In der Treysaer Gegend

schaltet sich zwischen den Unteren Buntsandstein und Denckmann's Stubensande ein fossilführender Horizont von ganz ähnlichem petrographischen Charakter wie der Untere Buntsandstein ein, den wir weiter unten besprechen wollen; aber auch in den grobkörnigen Sandsteinen selbst finden wir derartige Einlagerungen, wenn auch ohne Versteinerungen. Ein Profil, das diese Verhältnisse sehr gut zeigt, findet sich auf dem Schwalmberg nördlich von Treysa, und zwar in einem Graben an dem Feldweg, der von der Treysa-Rommershäuser Chaussee aus nach Westen auf die Höhe des Berges führt. An dem Hang östlich der Chaussee steht der Horizont der Gervillienplatten deutlich an. Die Schichten fallen mit 30° nach Westen ein und streichen, soweit sich beobachten läßt, N 30° W. Auf der anderen Seite der Chaussee folgen mit demselben Fallen in normaler Überlagerung entlang dem erwähnten Feldweg bis zum ersten nach Süden führenden Wege grobe Sande mit einzelnen grobkörnigen bräunlichen lockeren Sandsteinlagen, die z. T. auch von oben her entfärbte Lagen enthalten. Die Mächtigkeit dieser Schichten berechnet sich auf 17 m. Darüber folgen dann in einer Mächtigkeit von 35 m abwechselnd reine Tone, tonige Sande und feinkörnige rote, etwas quarzitische dünnplattige Sandsteine, die in ihrem petrographischen Aussehen sehr an die Gervillienplatten erinnern, aber keine Fossilien führen. Normal über diesen Schichten liegen dann bis zur Höhe des Berges Gesteine, wie sie sich sonst gewöhnlich im unteren Mittleren Buntsandstein finden. In der Frankenberger Gegend folgen über dem Stubensand, wie Denckmann erwähnt, dünnplattige feste Sandsteine mit tonigen Zwischenlagen in einer Mächtigkeit von 40 m. Sie sind gut auf der Ostseite des Nemphetales südlich von Wolkersdorf bei Frankenberg zu beobachten. Westlich des Stennert südlich von Frankenberg nehmen die Tone so zu, daß man glauben könnte, man befände sich im Röt. Leider lassen sich diese Schichten infolge der vielen Störungen nicht über weitere Strecken auf die Karte einzeichnen. Nach Süden zu nimmt die Mächtigkeit

solcher Schichten ab, infolge der schlechten Aufschlüsse ist jedoch nicht zu entscheiden, ob wir es mit einer mehrmaligen Wechsellagerung zwischen grobem sandigen und feinem tonigen Gestein zu tun haben. Jedoch halte ich dies für sehr wahrscheinlich. Es ließen sich derartige Einlagerungen auf Blatt Wetter auf der Ostseite des Dietenberges und im Tal östlich dieses Berges feststellen; ferner am Mußstein östlich von Münchhausen, wo die roten Sandsteine auch Glimmer führen. Auf der Nordhälfte von Blatt Marburg lagern über den Stubensanden und unter den geröllführenden Schichten der Bausandsteinzone etwa 5—10 m feinkörnige rote feste Sandsteine mit tonigen Einlagerungen, die einen kleinen Quellhorizont bedingen, welcher sich in der sumpfigen Beschaffenheit des Bodens äußert. Dann sind erst wieder bei Marburg tonigsandige Einlagerungen auf dem Wege zum »Hansenhaus links« bei dem Bau einer Rodelbahn angeschnitten worden. Hier stellen sie ein Übergangsglied zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein vor.

Die Hauptverbreitung solcher an den Unteren Buntsandstein erinnernden Schichten liegt aber auf den Blättern Frankenau und Rosental [1]). Vor allem fällt hier die geringe Mächtigkeit der untersten groben Sande auf, die zwischen 5 und 10 m schwankt, während darüber 30—40 m feinkörnige tonige Sandsteinlagen folgen; wenn man nicht vom Liegenden zum Hangenden emporsteigt, kann man daher leicht im Zweifel sein, in welchem Horizont man sich befindet. Besonders auf der Scholle von Mittlerem Buntsandstein, die zwischen Rosental und Gemünden den Unteren überlagert, sind an verschiedenen Stellen diese Verhältnisse gut zu beobachten, wie z. B. nördlich des Dorfes Langendorf und auf dem Wege von Gemünden nach Rosental. Auf der linken Seite der Wohra werden die untersten sandigen Schichten stellenweise noch weni-

[1]) Vergl. die Erläuterungen zu diesen Blättern und: A. Denckmann, Aufnahmeberichte in diesem Jahrbuch für 1889. Derselbe, Die Frankenberger Permbildungen. S. 262.

ger mächtig. So sehen wir im Dorfe Halsdorf über Schichten, wie sie für den oberen Unteren Buntsandstein charakteristisch sind, nur etwa 2 m feine entfärbte Sande und darüber 50—60 m feine rote Sandsteine, die sich von denen des Unteren Buntsandsteins durch ihre etwas quarzitische Beschaffenheit und die damit zusammenhängende größere Härte unterscheiden. Dann folgen wieder 10 m grobe helle Sande am Thaspelkopf.

Hieraus ist ersichtlich, daß derartige Einlagerungen in allen Niveaus der Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins vorkommen, verschiedene Mächtigkeit besitzen und vielfach auskeilen. Sie stellen also keine durchgehenden Horizonte dar, ebensowenig wie die zwischen ihnen auftretenden grobkörnigen Bänke.

Gervillienplatten.

Gerade in Oberhessen zeichnet sich der auch an anderen Orten nicht sehr versteinerungsreiche Buntsandstein durch fast vollständiges Fehlen von tierischen und pflanzlichen Resten aus. Von um so größerem Interesse ist es daher, daß im Osten unseres Gebietes in der Gegend von Treysa-Ziegenhain von Denckmann ein fossilführender Horizont festgestellt worden ist. Allerdings besteht die Fauna hier nur aus einer *Gervillia* und einer *Estheria*. Derartige Fossilvorkommen im Buntsandstein sind schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt. *Gervillia Murchisoni* wurde von Geinitz nach einem im Buntsandstein von Trockenhausen nördlich von Roda im Herzogtum Altenburg gefundenen Exemplar aufgestellt. Später wurden Fossilvorkommen festgestellt in Ostthüringen von Richter und Liebe, am südlichen Harzrande von Eck auf Blatt Nordhausen und Hayn, in Südhannover und in der Göttinger Gegend von Ebert auf Blatt Waacke und Gelliehausen, von v. Seebach am Meißner und auf Blatt Teutschenthal, von Grupe im Solling, von Stille im Waldeckschen und von

Picard und E. Wüst in der Gegend von Halle und Mansfeld [1]). Auf Blatt Gilserberg hat Denckmann diesen Fossilhorizont in einer Mächtigkeit von etwa 20 m als unterste Stufe des Mittleren Buntsandsteins unter der Bezeichnung Gervillienplatten in sm, sm1 ausgeschieden [2]). Im Anschluß an diese Feststellungen Denckmann's gelang es Herrn Lehrer Schwalm in Obergrenzebach bei Ziegenhain, denselben fossilführenden Horizont im Steinatal bei Obergrenzebach und im Schwalmtal bei Riebelshausen, Röllshausen und Neukirchen nachzuweisen [3]). Im Steinatal fand er außerdem eine Schicht mit Estherien, welche sich bei Treysa nicht hat nachweisen lassen. Den Horizont mit Gervillien konnte ich auch auf Blatt Neustadt auf beiden Seiten der Chaussee von Treysa nach Neustadt bis westlich des Dorfes Wiera verfolgen, wo er gegen höhere Schichten des Mittleren Buntsandsteins verworfen ist. Auf Blatt Gilserberg findet er sich in der Gegend von Florshain und Frankenhain, auf Blatt Ziegenhain westlich von Treysa auf dem Plateau, auf welchem die Landesheilanstalt Hephata erbaut ist, und an der Chaussee von Treysa nach dem nördlich davon gelegenen Dorf Rommershausen. Ferner liegt in der Südostecke des Blattes Ziegenhain, im Steinatal südöstlich des Steinaberges bei Obergrenzebach die reichste bis jetzt nachgewiesene Fundstätte. Auf Blatt Schrecksbach begleitet der fossilführende Horizont die Höhen rings um die Schwalm bis in die Gegend südlich Röllshausen und um die Grenff bis nach Neukirchen auf dem östlichen Nachbarblatt. Der unterste Teil der

[1]) Vergl. Kolesch, Über die Grenze von Unteren und Mittleren Buntsandstein in Ostthüringen. Dieses Jahrb. f. 1908, Teil I, S. 603. — Derselbe, Über Versteinerungen aus dem Mittleren Buntsandstein von Ostthüringen. Zentralbl. für Mineralogie, 1903, S. 660. — E. Wüst, Die Fossilführung des Mittleren Buntsandsteins der Mansfelder Mulde. Zeitschr. f. Naturwissensch. Halle, 79. Bd, 1907, S. 109 ff. — E. Picard, Über den Buntsandstein der Mansfelder Mulde und seine Fossilführung. Dieses Jahrb. f. 1909, Teil I, S. 576 ff.

[2]) Denckmann, Erläuterungen zu Blatt Gilserberg und Rosental.

[3]) C. Hessler, Hessische Landes- und Volkskunde. Bd. I, Teil 2, S. 317.

Berge wird auf beiden Seiten des Tales von Unterem Buntsandstein gebildet. Darüber folgt meist vor dem Waldrande der fossilführende Horizont und über ihm mit scharfer Grenze die Stufe der groben Sande, welche immer von Wald bedeckt sind. An allen diesen Stellen findet sich die Gervillia; die Estheria fand sich außer im Steinatal nur noch bei Röllshausen[1]). Noch weiter nach Westen fanden sich auf der Höhe westlich von Gemünden im Wohratal einzelne Gervillien. Im Norden, Süden und Osten hören diese Gervillienplatten teils an Störungen auf, teils sind sie von Basalt überlagert, so daß es nicht möglich ist, ihre weitere Verbreitung zu verfolgen. Im Westen dagegen liegen die grobkörnigen Sandsteine direkt auf Unterem Buntsandstein auf, so daß wir ein Auskeilen des Fossilhorizontes annehmen müssen. In ihrer petrographischen Ausbildung sind diese Schichten den Gesteinen des Unteren Buntsandsteins sehr ähnlich. Auf Blatt Gilserberg sind es feinkörnige, glimmerreiche, meist dünnplattige Sandsteine mit vielen zwischenliegenden Schiefertonen. Der Sandstein ist quarzitischer und infolgedessen zäher als der des Unteren Buntsandsteins; die Farbe ist dieselbe wie in diesem. Auf Blatt Ziegenhain, Schrecksbach und besonders Neustadt treten in den fossilführenden Schichten vielfach auch gröbere Sandsteine auf, welche nicht so fest sind und außerdem mit Sanden und Sandsteinschiefern wechsellagern. Diese Sande sind aber niemals entfärbt, wie die sandigen Lagen in den höheren Stufen des Mittleren Buntsandsteins. An solchen mehr sandigen Stellen ist die Fossilführung bei weitem nicht so bedeutend wie an den mehr tonigen. Die Sandsteine sind oft von Rippeln und unregelmäßigen Wülsten bedeckt. Der Glimmergehalt reichert sich z. T. so an, daß ganze Lagen fast nur aus einem lockeren Haufwerk heller Glimmerblättchen bestehen.

Die Fossilien finden sich in den Sandsteinen sowohl wie in den Tonen. Die Gervillien liegen in großer Anzahl auf

[1]) Dieser Fundpunkt wurde bei einer Exkursion festgestellt, die ich mit Herrn Lehrer Schwalm unter dessen gütiger Führung unternahm.

den Schichtflächen der Sandsteine als Steinkerne und Abdrücke, stellenweise so häufig, daß das ganze Gestein fast nur aus ihnen besteht. Zweiklappige Exemplare sind selten. In den Schiefertonlagen sind die Fossilien besser erhalten, so daß sie vielfach die Flügel noch deutlich erkennen lassen. Die Estherien fanden sich im Steinatal und bei Röllshausen nur in einem einzigen, 3—5 cm mächtigen Horizont eines sehr reinen Tones, während die Gervillien an keinen festen Horizont gebunden sind.

Die Estherien gehören, soweit sie eine nähere Bestimmung erlauben, zu *Estheria Albertii* Voltz sp.[1]) = *Estheria Germari* Beyrich.

Es sind flache, dünne, gerundet vierseitige Schalen, der Wirbel ist nach vorn gerückt, feine konzentrische Streifen bedecken die Oberfläche. Auch in der Größe stimmen sie mit der von Picard abgebildeten Art überein. Manche sehen der *Estheria laxitesta* Sandb., wie sie Picard abbildet, sehr ähnlich, sind jedoch kleiner als die dort beschriebenen Exemplare. Im allgemeinen ist die Erhaltung so schlecht, daß es nicht möglich ist, eine genauere Bestimmung vorzunehmen.

Die *Gervillia* gehört zu *Gervillia Murchisoni* Geinitz. Geinitz. Dyas. Teil 1, S. 79 und Tafel 14, 26.

Ebert, Über die Art des Vorkommens und die Verbreitung von *Gervillia Murch.* Gein. im Mittleren Buntsandstein. Dies. Jahrb. für 1888, S. 237.

H. Credner, Gervillien der Trias in Thüringen. Neues Jahrb. für Mineralogie 1851.

K. Walther. Zwölf Tafeln aus dem Buntsandstein und Muschelkalk von Jena. Jena 1906, S. 24 und Tafel 4, 15.

Die *Gervillia* stimmt mit der Abbildung und Beschreibung Ebert's und Walther's überein, nur finden sich auch in Oberhessen Exemplare bis zu der doppelten Größe. Im Ton sind die Fossilien stets flach gedrückt, zeichnen sich aber im übri

[1]) E. Picard, Über den Buntsandstein der Mansfelder Mulde usw. Dieses Jahrb. f. 1909, Teil I, S. 576 ff. und Taf. 23, Fig. 1a u. b.

gen denen im Sandstein gegenüber durch eine bessere Erhaltung aus. Auch sind die Steinkerne im Sandstein mit wenigen Ausnahmen kleiner. Die Wölbung und Schiefe der Schale ist sehr verschieden. Die großen, im Ton erhaltenen Exemplare sind ziemlich gerade, die kleinen Steinkerne im Sandstein mehr gewölbt und schief. Der Zahnbau konnte nirgends beobachtet werden. Erleichtert wird das Auffinden der Gervillien noch dadurch, daß die fossilführenden Platten auf ihrer Unterseite vielfach unregelmäßige Wülste und Rippeln führen. Oft sind einzelne Schichten ganz leer, dann ist eine Bank ganz dicht mit fossilführenden Lagen durchzogen.

Ebert schreibt auf S. 241 der erwähnten Abhandlung, er hätte im Mittleren Buntsandstein von Spiegelslust bei Marburg einen echten Pecten gefunden, bildet ihn jedoch nirgends ab und beschreibt das Vorkommen auch nicht näher, so daß seiner Angabe kein Wert beizulegen ist. Wie mir Herr Geheimrat Kayser mitteilte, hat er Ebert nach dem Verbleib dieses Stückes und den näheren Umständen der Auffindung gefragt, jedoch eine Antwort erhalten, aus der zu schließen war, daß Ebert selbst nicht fest von der Auffindung eines »echten« Pecten überzeugt war. Auch von Blatt Nordhausen erwähnt Eck einen Pecten aus dem Buntsandstein, der jedoch schon von Ebert für ein zu der Familie der Aviculiden zu stellendes Fossil gehalten wird.

Bausandsteinzone des Mittleren Buntsandsteins (sm2).

Die obere Abteilung des Mittleren Buntsandsteins besteht aus mächtigen Bänken abwechselnd grob- und feinkörniger Sandsteine von blaßroter bis hellgrauer, im Osten mehr braunvioletter Farbe. Als ihr Merkmal kann das Auftreten von Geröllen und Pseudomorphosen gelten. Diese letzteren heben sich, soweit das Gestein eine braune oder rote Farbe zeigt, als meist runde helle Flecken ab; ihr Durchmesser beträgt in der Regel 1 cm. Sie sind nicht so fest wie das umgebende Gestein und geben daher bei der Verwitterung zur Bildung

kleiner Hohlräume Anlaß. Man muß annehmen, daß sich an diesen Stellen wohl infolge diagenetischer Vorgänge carbonatisches Bindemittel angereichert hat, später fand dann eine Wegführung des Carbonatgehaltes statt, der nur teilweise durch Kieselsäure ersetzt wurde. von Koenen[1]) nimmt zur Entstehung dieser Hohlräume an, daß das kieselige Bindemittel in vorhandene Kalksteingeoden nicht eindringen konnte und diese dann nach Auslaugung des Carbonatgehaltes zu losem Sand zerfielen. Bestand das ursprünglich angereicherte Bindemittel aus Eisen- oder Mangancarbonaten, so konnten sich aus ihm Oxyde und Hydroxyde dieser Elemente bilden, die dann dieser Stelle eine braune Farbe gaben, so daß Tigersandstein entstehen konnte. Doch ist dieser in Oberhessen nicht beobachtet worden.

Eine ähnliche Entstehung wie diese Pseudomorphosen haben die größeren Hohlkugeln, die wir besonders auf den Lahnbergen in einem bestimmten Horizont nicht weit unter der Rötgrenze antreffen. Dieser Horizont entspricht dem Kugelhorizont der süddeutschen Geologen, nur daß hier in Hessen kein Ersatz des weggeführten carbonatischen Bindemittels durch ein kieseliges stattgefunden hat. Die Folge davon ist, daß wir jetzt in den Hohlkugeln kleine Anhäufungen von losem bindemittelfreiem Sand finden. Derartige Erscheinungen sind zwar am ausgeprägtesten in dem oben erwähnten Horizont, sie finden sich aber mehr oder weniger häufig in allen Schichten der Bausandsteinzone. Am schönsten ist der Kugelhorizont in den Brüchen westlich von Ebsdorf und auf dem Lichteküppel bei Marburg zu sehen. Wo diese Hohlkugeln dicht beieinander liegen und sich zum Teil durchdringen, kann das Gestein eine ganz zerfressene und mit unregelmäßigen Vertiefungen bedeckte Oberfläche erhalten, wie das Bild einer Platte aus dem Marburger Museum, welche aus den Ebsdorfer Brüchen stammt, sehr schön zeigt (Abbildg. Nr. 5). Der Durch

[1]) Dieses Jahrb. f. 1886, S. XXXVII.

messer der Hohlkugeln kann im allgemeinen zwischen 1 und 15 cm schwanken. Vereinzelt hat man auch Gesteinsblöcke gefunden, auf denen sehr große Vertiefungen dieser Art mit einem Durchmesser bis zu 12 Zoll und einer Tiefe bis zu 7 Zoll lagen. Das Volk hält diese zerstreut an den Hängen liegenden Steine für Opfersteine aus heidnischer Zeit. Hessel[1]) wies zuerst in dieser Gegend derartige Vorkommen auch im anstehenden Gestein am Westhang des Elbesberges bei Rauschenberg und am Lichteküppel bei Marburg nach und deutete sie als Naturprodukte, wenn auch in falscher Weise. Er hielt sie für Luftblasen, die in den noch nicht verkitteten Sanden emporstiegen, aber nicht bis zur Oberfläche gelangten. Das Auftreten solcher ganz großen Hohlkugeln ist aber nur aus der Gegend des Lichteküppel und von Rauschenberg bekannt.

Als ein weiteres Charakteristikum dieser Abteilung des Buntsandsteins in Oberhessen hat seine Geröllführung zu gelten. Einzelne Gerölle finden wir in allen Höhenlagen und allerorts im feinkörnigen sowohl wie im grobkörnigen Bausandstein, ohne daß sich ein bestimmtes Gesetz für ihre Verbreitung aufstellen ließe. Nur in den höchsten Lagen, nicht weit unter der Rötgrenze und in der Höhe des Kugelhorizontes, reichern sich die Gerölle so an, daß die Schichten konglomeratisch werden. Dieser Horizont entspricht also dem Hauptkonglomerat in Süddeutschland. Aber auch hier wechselt die Intensität der Geröllführung von Ort zu Ort. Sehr stark geröllführend sind diese Schichten auf den Lahnbergen, ferner an einzelnen Stellen im Burgwald nordöstlich des Christenberges und am Fehrberg nördlich von Josbach auf Blatt Rosenthal. In der Treysaer Gegend ist die Geröllführung schwächer, sehr stark dagegen wieder südlich von Schrecksbach und östlich des Knüllgebirges. Die Gerölle sind zum größten Teil helle Gangquarze, daneben finden sich Eisen-

[1]) Hessel, Uber gewisse, in der Umgegend von Marburg vorhandene, dem bunten Sandstein angehörige Gebilde. Marburg 1868.

kiesel, Kieselschiefer, Quarzite (so vielfach der violette, nicht zu verkennende Wüstegarten- oder Wollenbergquarzit), vereinzelt auch zersetzte Porphyre. In der Marburger Gegend finden sich häufiger Gerölle eines feinkörnigen rotbraunen glimmerhaltigen Sandsteins, der leicht für Unteren Buntsandstein gehalten werden könnte. Doch fand sich in einem Geröll dieser Art der deutliche Abdruck einer *Chonetes plebeia;* es folgt hieraus ein unterdevonisches Alter dieser früher für Unteren Buntsandstein gehaltenen Gerölle. Überhaupt finden sich in den konglomeratischen Schichten außer Tongallen keine Gerölle aus dem Buntsandstein selbst.

Die für den Mittleren Buntsandstein in Süddeutschland und Niederhessen typische Carneolbank war in der Marburger Gegend und im Burgwald nicht festzustellen. Denckmann erwähnt sie aber vom Fehrberg auf Blatt Rosental. Im Westen des Gebietes, auf den Lahnbergen, sind Quarzite, devonische Sandsteine und Porphyrgerölle ebenso häufig wie Kiesel, während diese letzteren immer mehr vorherrschen, je weiter wir uns vom alten Gebirge entfernen.

Die Größe der Gerölle ist sehr verschieden. Vorherrschend sind solche von Hasel- und Walnußgröße, daneben finden sich aber auch faustgroße, ja vereinzelt flache Gerölle von der Größe eines Handtellers. Am größten sind sie in der Nähe des Ostrandes des Schiefergebirges und um den Knüll herum bei Hattendorf und Ropperhausen. Die erste Erscheinung spricht ebenso wie das Zurücktreten der weniger widerstandsfähigen Gesteine nach Osten zu dafür, daß wir uns im Westen unseres Gebietes nicht weit vom Rande des Buntsandsteinbeckens befinden. Daß in der Treysaer Gegend die Gerölle ziemlich selten sind, ist dadurch zu erklären, daß hier der eigentliche Geröllhorizont nicht anstehend zu beobachten ist; er tritt erst wieder am Knüll und im oberen Schwalmtal auf.

Die Form der einzelnen Gerölle ist eine ganz unregelmäßige; meist sind sie eckig mit kaum gerundeten Kanten.

vielfach zeigen sie Bruchflächen von ganz frischem Aussehen. Ihre Form zeigt deutlich, daß sie keinen weiten Transport erlitten haben. So zeigt ein als Geröll gefundener Bergkrystall von 2 cm Länge scharfe Kanten und deutlich Rhomboeder- und Prismenflächen. Nur die devonischen Sandsteine sind häufig infolge ihrer geringeren Widerstandsfähigkeit etwas mehr gerundet. In den Ebsdorfer Brüchen fand sich ein Kieselgeröll von der typischen Gestalt eines Dreikanters.

Das Material der Sandsteine dieser Abteilung besteht zum weitaus größten Teil aus wohlgerundeten Quarzkörnern. Feldspat und Kaolin treten nur in vereinzelten, besonders den höheren Lagen, zahlreicher auf; daneben treffen wir Körner von schwarzem Kieselschiefer und rotem Eisenkiesel. Bei Erksdorf in der Nähe von Neustadt findet sich ein sehr talkhaltiger, sich sehr fettig anfühlender Sandstein, welcher aus der Verwitterung stark glimmerreicher Schichten entstanden ist. Das Bindemittel der Sandsteine ist stets ein kieseliges. Stellenweise sind die Sandsteine oberflächlich ihres Bindemittels beraubt und zu losen Sanden zerfallen. Diese sind dann nur schwer von den Sanden der Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins zu unterscheiden. Einlagerungen von Schiefertonen treten besonders in der Marburger Gegend stark zurück. Graugrüne bis schmutzigweiße Tongallen liegen häufiger in den Kugelsandsteinen und in den obersten Bausandsteinschichten. Kreuzschichtung und Rippeln treten überall auf, wenn auch nicht so häufig wie in den tieferen Abteilungen. Ganz vereinzelt wurden auch nördlich des Lichteküppel bei Marburg Trockenrisse beobachtet. Die Schichten der Bausandsteine sind zum größten Teil in dicke Bänke gesondert.

Als vereinzelt ist das Auftreten von Baryt in Form flacher Täfelchen auf Klüften in den Bausandsteinen des Bruches östlich von Anzefahr an der Kirchhainer Chaussee zu erwähnen. Es ist dies das einzige derartige Vorkommen von Baryt im Buntsandstein Oberhessens; im Zechstein dagegen

findet er sich sowohl am Ostrande des Schiefergebirges wie auch im Kellerwald.

Bei Sonnenschein sieht man in den Bausandsteinen häufig helle glitzernde Sandkörner, welche deutliche Krystallflächen zeigen. Man kann derartige Sandsteine dann als Krystallsandsteine bezeichnen. Die Krystallflächen sind dadurch entstanden, daß sich an den einzelnen Quarzkörnern gelöste Kieselsäure in krystallographisch-orientierter Richtung absetzte. Im Dünnschliff äußert sich das nachträgliche Wachsen der einzelnen Individuen an dem unvermittelten Aufhören der Einschlüsse in den Granitquarzen. Solche Krystallsandsteine sind besonders verbreitet auf der Höhe 241,5 südlich von Beltershausen auf Blatt Niederwalgern und auf den Bergen nördlich von Mellnau im Burgwald; sie kommen aber auch sonst vielfach im Mittleren Buntsandstein vor.

Eine eigentliche Bausandsteinzone liegt innerhalb dieser Stufe in ihrer oberen Abteilung. Wir finden hier sehr gute dickbankige Werksteine. In ihnen liegen auch die oben erwähnten Niveaus des Hauptkonglomerates und Kugelhorizontes. Besonders in der näheren Umgebung von Marburg ist diese Bausandsteinzone in einer Reihe großer Steinbrüche gut aufgeschlossen, so bei Ebsdorf, Bortshausen, am Lichteküppel, unterhalb von Spiegelslust und in den Wehrdaer Steinbrüchen. Überall ist die Farbe der Sandsteine hier ein blasses Rot bis helles Grau. In dem Bruch auf dem Lichteküppel südöstlich von Marburg läßt sich auf der Südwand folgendes Profil beobachten[1]:

6. Zu oberst Gehängeschutt, darunter zwei Werkbänke, hellrot, Gerölle führend, an der Basis der unteren ein Kugelhorizont mit Hohlkugeln bis zu 3 cm im Durchmesser . . . . . 3 m

[1]) In diesem Bruch fand sich auch ein Pflanzenrest. In Oberhessen sind derartige Reste sonst nur vereinzelt bei Schönstadt und Schönbach in sm2 gefunden worden. Immerhin beweisen diese Funde, daß der Buntsandstein auch hier nicht ganz frei von solchen Resten ist, während er in anderen Gebieten Hessens dagegen sehr viele derartige Reste einschließt (z. B. Volkmarsen).

5. Eine fein-mittelkörnige Werkbank, mit einzelnen Schnüren größerer heller Quarzkörner und Gerölle, diese besonders in den gröberen Lagen. An ihrer Basis ein zweiter Kugelhorizont, der sich von dem höheren durch die Größe der Hohlkugeln (bis zu 15 cm im Durchmesser) unterscheidet. Die Oberfläche der einzelnen Löcher erhält durch kleine verwitterte Hohlkugeln ein zerfressenes Aussehen . . . . . 2,5 m
4. Unter dem Kugelhorizont vielfach grober kreuzgeschichteter, etwas verkitteter Sand mit einzelnen Geröllen, ganz durchsetzt von kleinen Hohlkugeln. Gegen die höhere Schicht ist dieser Horizont, der örtlich auskeilen kann, nicht scharf abgesetzt . bis 0,5 »
3. Eine mittelkörnige Werkbank, z. T. mit gröberen Körnern, hellrotbraun, stark zerklüftet, in ihrer Mitte eine konglomeratische Lage . . . . . 0,8—0,9 »
2. Dünnplattige, rote, feinkörnige Sandsteinschiefer ohne Gerölle . 0,4 »
1. Hellrötliche, mittelkörnige Werkbank . . . . . 0,5 »

Gesamtmächtigkeit 7,7—7,8 m

Die Sandsteine zeigen überall deutlich Kreuzschichtung. Die mächtige Werkbank teilt sich verschiedentlich in einzelne Bänke und schwankt in ihrer Mächtigkeit.

Der große Bruch bei Bortshausen liegt ebenfalls in den geröllführenden Bausandsteinen dieses Horizontes. Wir finden an seiner Basis eine über 3 m mächtige, grobkörnige Werkbank mit einem Horizont von großen Hohlkugeln. In den Brüchen am Waldrande nordwestlich von Ebsdorf, in denen ein fester heller Werkstein gebrochen wird, finden wir wieder zwei Kugelhorizonte übereinander. Ein unterer liegt 1,75 m über der Sohle des Bruches und führt Hohlkugeln bis zu 4 cm im Durchmesser, wir finden in ihm sehr viel Gerölle und Gallen eines grauen bis grünen plastischen Tones, so daß das Gestein einen konglomeratischen Charakter annimmt. Zwei Meter höher liegt ein zweiter Horizont von größeren Hohlkugeln an der Basis einer mächtigen Werkbank. Da in anderen Aufschlüssen die Ausbildung dieses eigentlichen Bausandsteinhorizontes nicht abweicht, mögen die angeführten Beispiele genügen.

Von dieser Art der Ausbildung der Bausandsteinzone in

der Marburger Gegend unterscheidet sich die bei Treysa insofern, als sich hier verschiedentlich in diesen höheren Schichten Einlagerungen von Schiefertonen einstellen. Vereinzelt ist diese Erscheinung auch im nördlichen Burgwald zu beobachten, so z. B. in dem verlassenen Bruch auf den Bergen südlich von Ernsthausen auf Blatt Wetter [1]). Je weiter wir aber von Marburg nach NO gehen, um so mehr nehmen diese Einlagerungen zu. Ziemlich tonige Zwischenlagen finden wir schon in den Steinbrüchen, die im Netz südöstlich von Langenstein auf Blatt Kirchhain im Mittleren Buntsandstein betrieben werden, ebenso bei Burgholz nördlich von Kirchhain. In den Brüchen südlich des alten Bahnhofes von Treysa nehmen die Schiefertonlagen eine Mächtigkeit bis zu 25 cm an. Noch häufiger treten sie in den großen Sandsteinbrüchen unterhalb der Landsburg bei Allendorf und in den Brüchen bei Itzenhain und Appenhain auf der Ostseite des Winterscheider Muschelkalkgrabens auf. Hier treten auch die grobkörnigeren Sandsteine hinter den feinkörnigeren stark zurück, so daß wir annehmen müssen, daß wir uns weiter vom Rande des Sedimentationsbeckens entfernt haben als bei Marburg.

In den Brüchen bei Schlierbach an der Landsburg, bei Zimmersrode und an der Altenburg westlich von Wabern ist die Farbe des Gesteins braun bis violett, auch läßt sich hier ein eigentlicher Geröll- und Kugelhorizont nicht mehr ausscheiden. Derartiger violetter Sandstein tritt nun auch in der Marburger Gegend am Ostabfall der Lahnberge bei Schönbach und an der Försterei Bauerbach auf, wo er als Werkstein gebrochen wird. Das Gestein ist hier feinkörnig und erhält infolge der Verwitterung ein löcherig-zerfressenes Aussehen. Das Bindemittel ist kieselig, tonige Beimengungen fehlen. Vor allen Dingen ist hier das sehr starke Auftreten von hellem

[1]) Bei seinen Aufnahmearbeiten im Sommer 1913 hat Dr. Paeckelmann allerdings durch Bohrungen festgestellt, daß auch auf den Lahnbergen tonige Lagen in sm_2 häufiger sind als ich geglaubt hatte.

Glimmer in einzelnen Lagen hervorzuheben. Es gibt bis 3 cm mächtige Schichten, welche fast nur aus parallel gelagerten Glimmerlamellen bestehen.

Die Farbe des Mittleren Buntsandsteins wechselt von Ort zu Ort sehr häufig. Die als $sm\pi$ bezeichneten Schichten, sowie die Schiefertone in sm_2 und die Gervillienplatten sind allerdings stets rot bis rotbraun, die rein sandigen Gesteine dagegen wechseln zwischen hellrot, braunviolett, rötlichbraun, gelbbraun (besonders die Sande), grau und weiß. Besonders graue und weiße Sandsteine sind weit verbreitet. Es läßt sich nun sehr schwer entscheiden, ob diese Sandsteine von Anfang an ohne färbende Eisenoxyde abgelagert sind, oder ob eine nachträgliche Entfärbung stattgefunden hat. Die in Niederhessen und in der Kasseler Gegend auftretenden hellen Sandsteine hält von Koenen [1]) ebenso wie die der Marburger Gegend für entfärbt, zumal sie da, wo sie noch von Röt bedeckt sind, oder dieser in der Nähe vorhanden ist, ihre rote Färbung bewahrt haben. Die Entfärbung kann von Spalten aus durch aufsteigende kohlensäurehaltige Wässer stattgefunden haben. So zeigt der Sandstein des Hohen Berges bei Reptig keine Spur von Rotfärbung; hier tritt in der Nähe noch jetzt im Alluvium der Gilsa am Ende des Dorfes Reptig ein Säuerling, Salzbrunnen genannt, empor. Es läßt sich aber keineswegs das Gesetz aufstellen, daß an Verwerfungsspalten stets eine Entfärbung des Gesteins stattgefunden hat; auch jetzt treten ja kohlensäurehaltige Quellen nur an bestimmten Stellen des großen Bruchsystems am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges zutage [2]). Ein anderer Teil der Sandsteine mag auch sein färbendes Eisenoxyd zur Tertiärzeit unter der Bedeckung der miocänen Braunkohlensümpfe verloren haben.

[1]) v. Koenen, Aufnahmeberichte für das Jahr 1901 in diesem Jahrbuch für 1902, S. 610.

[2]) An gewissen Stellen mag dagegen eine Spalte sehr viel kohlensäurehaltiges Wasser geführt haben, wie östlich von Gilserberg, wo sogar die Bausandsteinzone des Unteren Buntsandsteins entfärbt und zu Sand zerfallen ist. Denckmann, Aufnahmeergebnisse. Dieses Jahrb. f. 1899, S. LI.

Aber es liegt auch kein Grund vor, warum man nicht manche Sandsteine, bei denen Entfärbungsursachen nicht sicher festzustellen sind, für primär mit heller Farbe abgelagert halten soll; dies nehme ich für die Sandsteine im Burgwald an.

3. Oberer Buntsandstein (so).

Der Obere Buntsandstein oder der Röt ist die am wenigsten verbreitete Unterabteilung der ganzen Formation. Wir finden ihn fast ausschließlich in den tektonisch am tiefsten gelegenen Teilen unseres Gebietes, also vor allem im Ebsdorf-Kirchhainer Grund und im Zuge der Muschelkalkgräben von Winterscheid-Mengsberg und Treysa-Schlierbach. Im Westen der durch das Wetschaft- und Lahntal bedingten Linie fehlt er vollkommen; die Westgrenze seines Auftretens fällt im allgemeinen mit dem Abbruch der Lahnberge zur Hessischen Senke zusammen. Eine Ausnahme davon macht das Auftreten von roten Röttonen zwischen dem Lichteküppel und dem Ortenberg im Osten Marburgs auf den Lahnbergen. Gut zu sehen sind diese Tone nur in einer jetzt mit Wasser angefüllten Tongrube an der Bauerbacher Chaussee. Im übrigen ist das Gelände so mit Wald bewachsen, daß es sich nicht sicher entscheiden läßt, ob es sich um eine normale Auflagerung oder um Verwerfungen handelt. Sehr wahrscheinlich verlaufen Verwerfungen nicht an der Grenze zwischen Röt und Mittlerem Buntsandstein, sondern in letzterem selbst, wo sie sich jedoch nicht feststellen lassen[1]). Ganz unbedeutende Rötgräben finden wir endlich noch im Burgwald nördlich von Mellnau, wo der Röt mit 400 m Meereshöhe seine höchste topographische Höhenlage im ganzen Gebiet erreicht, und mehrere kleinere Gräben nordwestlich von Schwarzenborn im Burgwald.

In seiner petrographischen Ausbildung schließt sich unser Röt dem hessisch-thüringischen an. Er besteht aus roten und

[1]) Dr. Paeckelmann hat durch Bohrungen festgestellt, daß auch die Grenze Röt—Mittl. Buntsandstein durch Verwerfungen gebildet wird.

grünen Tonen, Letten und Mergeln, zwischen die einzelne Lagen eines dünnplattigen, festen, hellgrünen bis grauen Quarzites oder quarzitischen Sandsteins eingelagert sind. Die Mächtigkeit dieser Quarzitbänke übersteigt nicht 10 cm; da ein ähnlicher Quarzit weder im übrigen Buntsandstein noch im Tertiär auftritt, kann er als leitend für den Röt angesehen werden. Charakteristisch für ihn ist, daß er vielfach von Poren ganz durchsetzt wird. Gips wurde nur im Gebiet des Winterscheider Muschelkalkgrabens von Denckmann[1]) in einem Wasserrisse östlich von Winterscheid beobachtet, sonst fehlt er im ganzen Gebiet vollständig. Ob er dort, wo die Rötschichten in der Tiefe liegen, wie im Ebsdorfer Grund z. B., vorhanden ist, läßt sich bei dem Fehlen von Bohrungen nicht entscheiden. Ebenso finden wir in unserem Gebiet im Röt nirgends fossilführende Schichten. Erwähnenswert ist dagegen das Auftreten von Rippeln auf den Rötquarziten und vor allen Dingen die große Verbreitung von sogen. Steinsalzpseudomorphosen auf den Schichtflächen der festen Tone und der grünen Quarzite. Diese Würfel sind im allgemeinen klein, selten erreicht ihre Kantenlänge 1 cm wie bei dem Vorkommen dieser Art in den Frankenberger Permbildungen[2]). Vielfach ist auch keine scharfbegrenzte Krystallform mehr zu beobachten, wie z. B. in den Röttonen nördlich von Langenstein auf Blatt Kirchhain. Sehr schöne Tonplatten mit erhabenen Steinsalzpseudomorphosen liegen dagegen im Röt des Kirschberges bei Kleinseelheim auf Blatt Kirchhain, von wo sie schon länger bekannt sind[3]).

Eine spezielle Gliederung ist in den Rötschichten unseres Gebietes nicht möglich, da gips- und fossilführende Horizonte fehlen und die Quarzitlagen sowohl wie die bunten Tone und Mergel in allen Niveaus in gleicher Weise auftreten. Der

[1]) Vergl. Erläuterungen zu Blatt Gilserberg, S. 47.

[2]) G. Würtenberger, Über die Zechsteinformation bei Frankenberg in Kurhessen. N. Jahrb. für 1867, S. 20—21.

[3]) Eine Abbildung bei Kayser, Geolog. Formationskunde, 4. Aufl., S. 339, 5. Aufl., S. 351.

Kalkgehalt der Mergel wurde nicht quantitativ untersucht, jedoch ergaben die Versuche mit verdünnter Salzsäure, daß alle Übergänge von kaum reagierendem Gestein bis zu stark aufbrausendem vorhanden sind. An der einzigen Stelle, wo eine normale Auflagerung von Muschelkalk auf Röt gut zu beobachten ist, fanden sich in den obersten Rötlagen in den Mergeln Drusen von Kalkspatkristallen eingeschlossen. Es ist dies an dem von Winterscheid nach Mengsberg führenden Weg an dem Aufstieg südöstlich des zuerst genannten Dorfes. Der in der Kasseler Gegend unterhalb der Muschelkalkgrenze weit verbreitete Coelestinhorizont konnte nicht nachgewiesen werden.

4. Mächtigkeitsangaben.

In Buntsandsteingebieten können Beobachtungen von Mächtigkeiten, falls man sie auf größere Gebiete ausdehnt, für genetische Fragen sehr wichtig werden. Wenn wir auf kurze Entfernungen bedeutende Veränderungen in der Mächtigkeit der ganzen Formation oder einzelner ihrer Glieder feststellen, wie dies neuerdings Grupe [1]) besonders aus der Gegend des Solling und des Münsterschen Beckens hervorhebt, so können wir daraus auf Senkungsvorgänge während der Ablagerung schließen, vor allen Dingen aber auf eine stark unebene Beschaffenheit des Untergrundes.

Leider liegen Tiefbohrungen im untersuchten Gebiete nicht vor; ebensowenig gibt es oberflächlich ein durchgehendes Profil vom Oberen Zechstein bis zum Wellenkalk, so daß wir uns nur genaue Zahlen für einzelne Stufen der Formation verschaffen können. Eine weitere Schwierigkeit für genauere Angaben der Mächtigkeit liegt darin, daß das Streichen und Fallen der Schichten selten auf größere Strecken hin auch nur annähernd genau anzugeben ist. Es liegt dies neben der ungenügenden Anzahl größerer Aufschlüsse an der Zer-

[1]) O. Grupe, Zur Gliederung des deutschen Buntsandsteins. Dieses Jahrb. f. 1912, Bd. 33, Teil I, S. 3.

stückelung des ganzen Gebietes in lauter einzelne Schollen, bei der die horizontale Lagerung selten rein bewahrt worden ist, und die daher oft schon auf kürzere Strecken einen Wechsel im Streichen wie im Fallen hervorruft. Weiterhin gibt auch die häufige Kreuzschichtung zu Täuschungen besonders bei der Bestimmung des Fallwinkels Anlaß. So wurden in dem Bruch am Walde östlich der Chaussee von Kappel nach Ronhausen in verschiedenen Höhenlagen folgende Zahlen gemessen:

1. Str. N 37° O,
   F. 5° S O;
2. Str. N 20° O,
   F. 10° S O;
3. Str. N 35° O,
   F. 10° S O.

Hier ist der Wechsel im Streichen und Fallen vor allen Dingen durch das allmähliche Auskeilen einzelner Schichten bedingt. Dies Beispiel und viele andere lehren, daß bei derartigen Messungen große Vorsicht geboten ist.

Auf den Lahnbergen südlich von Ronhausen können wir mit einiger Gewißheit 2°—3° östliches Fallen der Schichten annehmen, und gelangen so für den Unteren Buntsandstein zu einer Mächtigkeit von etwa 80 m. Weiter im Norden messen wir von der Zechsteingrenze bei Wehrshausen bis zur Wehrshäuser Höhe mit Berücksichtigung eines nordöstlichen Fallens von 2° dagegen 120 m, ohne daß die obere Grenze des Unteren Buntsandsteins hier erreicht wäre. Rechnen wir noch 30 m dazu, so werden wir uns mit 150 m Mächtigkeit nicht allzuweit von der Wirklichkeit entfernen. Wir haben also auf etwa 6 km Entfernung ein Anwachsen der Mächtigkeit auf fast das Doppelte. Von dieser Zunahme der Mächtigkeit wird jedoch die Bausandsteinzone an der Basis des Unteren Buntsandsteins nicht betroffen. Sie zeigt im Süden wie im Norden eine gleich-

bleibende Mächtigkeit von 30 m. In den konglomeratischen Schichten des Oberen Zechsteins, die am Ostrande des Schiefergebirges den Buntsandstein unterlagern, hat H. Meyer neben einer allmählichen Mächtigkeitsabnahme von Norden nach Süden sehr häufig örtliche Schwankungen festgestellt. Er führt dies auf kleine Unregelmäßigkeiten im Untergrund zurück. Diese sind aber durch die Schichten des Zechsteins ausgefüllt worden, so daß der Buntsandstein mit ebener Fläche aufliegt, wofür auch der Grenzverlauf auf der Karte spricht. Die Gründe für das Anschwellen des Unteren Buntsandsteins müssen wir dann in größeren im Untergrund vorhandenen Unebenheiten oder in Senkungsvorgängen suchen.

Im westlichen Teil unseres Gebietes beträgt die Mächtigkeit der Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins durchschnittlich 40 m. Im Innern der Frankenberger Bucht, besonders auf der Ostseite des Wohratales, geht die Mächtigkeit der grobkörnigen Sandsteine und Sande noch weiter zurück; sie beträgt am Südwestrand des Kellerwaldes 6—10 m, auf Blatt Rosental durchschnittlich 10 m. Die geringe Mächtigkeit erklärt sich hier aus der faciellen Vertretung eines Teiles der lockeren grobkörnigen Sandsteine durch feinkörnige Sandsteine mit tonigen Zwischenlagen, die stellenweise so anschwellen können, daß die Mächtigkeit der ersteren bis auf 2 m zurückgeht, wie dies östlich Halsdorf im Wohratal der Fall ist. Hier erreichen die oben als smπ bezeichneten Einlagerungen bis zu 50 m Mächtigkeit und werden ihrerseits wieder von etwa 10 m Sanden überlagert. Wir finden also insgesamt für die Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins 60 m Mächtigkeit. Ungefähr entspricht dies auch den Verhältnissen weiter im Westen des Burgwaldes, wo wir 50 m als Mächtigkeit annehmen können. Ebenso finden wir bei Frankenberg 10 m Stubensande und 40 m feinkörnige dünnplattige Sandsteine, so daß sich auch hier eine Gesamtmächtigkeit von 50 m ergibt.

Schon oben hatte ich erwähnt, daß Denckmann auf Blatt Gilserberg die Mächtigkeit der Gervillienplatten auf etwa 20 m

angegeben hat; doch schwankt auch dieser Betrag, da besonders in der Gegend von Wiera und im Schwalmtal die Fossilien in verschiedenen Horizonten übereinander lagern, zwischen die sich fossilleere Schichten einschieben.

Nehmen wir auf den Lahnbergen 3° Fallen nach NO an, so finden wir bei Spiegelslust sowohl wie am Lichteküppel 160—170 m Mächtigkeit für die Bausandsteinzone des Mittleren Buntsandsteins von dem ersten Auftreten von Geröllen bis zum Kugelhorizont gerechnet. Bei Mellnau im Burgwald ergeben sich etwa 200 m, ohne daß hier die oberste Grenze des Mittleren Buntsandsteins erreicht wäre. Mit ziemlicher Gewißheit werden wir für die Bausandsteinzone in unserem Gebiet 200 m Durchschnittsmächtigkeit annehmen können, wovon auf die eigentliche Bausandsteinzone mit dem Kugelhorizont und dem Hauptkonglomerat etwa 30 m entfallen. Bemerkenswert ist aber, daß nach Osten hin ein Anschwellen gerade dieser obersten Lagen des Mittleren Buntsandsteins beobachtet wurde. Es läßt sich überhaupt für den gesamten Buntsandstein eine gewaltige Mächtigkeitszunahme vom Rande des Schiefergebirges nach Osten hin beobachten, so daß den etwa 450 m der Marburger Gegend über 1000 m auf Blatt Wilhelmshöhe gegenüberstehen. Diese Mächtigkeitszunahme wird sich am besten durch Senkungserscheinungen erklären lassen.

Der Röt steht am Rotenberg bei Großseelheim etwa 50 m mächtig an, an der Betziesdorfer Höhe bei Schönstadt mit 60 m. Es ist nicht anzunehmen, daß er eine viel größere Mächtigkeit in unserem Gebiet erlangt hat.

Die gesamten Schätzungszahlen für die Mächtigkeiten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Röt (so)	60 m
Bausandstein des Mittleren sm_2 . . .	150—200 m
Grobkörnige Sandsteine sm_1	50 m
Unterer Buntsandstein su	150—200 m
Gesamtmächtigkeit	410—510 m

Allgemeiner Teil.

Die Frage nach den Ablagerungsbedingungen des deutschen Buntsandsteins ist wohl eine der interessantesten, aber auch der am schwierigsten zu beantwortenden. Die verschiedensten Theorien stehen sich gegenüber, ohne daß bis jetzt eine als allgemein gültig anerkannt wäre. Man hat leider bei der Diskussion der Entstehung des Buntsandsteins Beobachtungen, die für ein gewisses Gebiet oder eine bestimmte Stufe gelten, zu leicht verallgemeinert. Auch der Buntsandstein hat sich sicher in den verschiedenen Gebieten und in seinen verschiedenen Stufen unter verschiedenen Bedingungen gebildet.

Den konglomeratischen Zechstein am Ostrande des Schiefergebirges hatte ich schon oben für eine terrestrische Bildung erklärt, wie dies auch H. Meyer deutlich ausgesprochen hat. Er sagt[1]): »Es ergab sich das wichtige Resultat, daß nämlich der untere Teil der Schichtenfolge nicht im Meere, sondern auf dem Lande entstanden ist, daß wahrscheinlich wohl auch der ganze Obere Zechstein nicht nur terrigen, sondern auch terrestrisch ist.«

Die Unteren Zechsteinkonglomerate hält er für durch heftige Wolkenbrüche am Fuße des Gebirges angehäufte Trümmersedimente und nimmt hierbei für das Gebirge eine tiefgründige Verwitterung unter einem ariden Klima an. Dafür sprechen die sehr schwankende Mächtigkeit, die eckige Beschaffenheit der Komponenten und gelegentlich beobachtete Kantengeschiebe und pockennarbige Oberflächen. Die Oberen Konglomerate sind dagegen mehr gerundet, aber auch hier ist der starke Wechsel in der Mächtigkeit und der Übergang in örtliche Sandsteinbildungen hervorzuheben; auch konnte ich in ihnen oberhalb des Soldatenbrunnens an der Schülerhecke bei Ockershausen Kantengerölle[2]) und narbige Oberfläche beob-

[1]) H. L. F. Meyer, Die Festlandsbildung des Zechsteins am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges. »Kali«, 5. Jahrg. 1911, Heft 9.

[2]) Sehr schöne Kantengerölle hat neuerdings Herr Geheimrat Kayser in diesen Schichten bei Michelbach gefunden.

achten. Mit Meyer nehme ich an, daß auf den Randgebirgen eine Zunahme der Niederschläge stattfand, so daß durch fließende Gewässer der Verwitterungsschutt gerundet wurde. Im Innern des Beckens überwog die Verdunstung über die Niederschläge. Die Flüsse versickerten allmählich und bildeten auch kein festes Flußbett, sondern breiteten ihr Material flächenförmig in Deltas aus. Hierbei konnten dann auch die Winde auf die Gerölle einwirken und Austrocknungserscheinungen auf den Schichtflächen erfolgen.

Ebenso müssen wir dann für die folgende Zeit des Buntsandsteins eine Vermehrung der Niederschläge auf den Randgebirgen annehmen, wie dies auch Blanckenhorn [1]) neuerdings getan hat. Es fand jetzt durch die Flüsse ein längerer Transport statt, durch den die Verwitterungstrümmer zerrieben wurden. Ebensogut führten die Flüsse natürlich auch toniges Material mit. Die Sandmassen lagen aber vielfach im Innern des Beckens trocken und konnten vom Winde verfrachtet und umgelagert werden. Sicherlich hat auch der Wind selbst sowohl toniges wie sandiges Material in das Ablagerungsbecken hineingeführt.

Für besonders wichtig halte ich den Umstand, daß Erscheinungen, die auf eine gelegentliche Trockenlegung hindeuten, in allen Schichten des Buntsandsteins vorkommen. Auch Grupe [2]) hat darauf hingewiesen und dabei betont, daß die Annahme eines flachen Buntsandsteinmeeres besonders diesen Tatsachen, wie auch der weiten Verfrachtung der Gerölle sehr wenig gerecht werde. Viel mehr ist dies dagegen bei der Philippi'schen Annahme einer fluvialil-kontinentalen Entstehungsweise des Buntsandsteins der Fall; dieser Annahme schließt sich auch Grupe in der oben erwähnten Arbeit an. Doch möchte ich gerade für den Mittleren Buntsandstein in Oberhessen dem Winde eine etwas größere Be-

[1]) M. Blanckenhorn, Der Hauptbuntsandstein ist keine echte Wüstenbildung. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1907, S. 297.

[2]) O. Grupe, Zur Stratigraphie der Trias im oberen Wesertal, S. 45/47.

deutung zusprechen als dies Grupe tut, da die sehr regelmäßig ausgebildete Kreuzschichtung mehr an die Schichtung parallel der Leeseite von Dünen erinnert, welche von wenig in ihrer Richtung wechselnden Winden aufgeschüttet wurden. Die Flüsse haben schwerlich diese regelmäßige Kreuzschichtung hervorgebracht, da sie ja ihr Bett sehr häufig verlegten. Die Gerölle im Mittleren Buntsandstein lassen aus der Rundung ihrer Kanten zwar auf einen Wassertransport schließen, jedoch haben sie niemals die Form von typischen Flußgeröllen angenommen.

Aus dem Auftreten der einzelnen Fossilhorizonte im deutschen Buntsandstein, die oft eine große Verbreitung besitzen, hat man vielfach auf das Vorhandensein von großen wandernden Binnenseen geschlossen, wie sie Sven Hedin aus Tibet beschreibt. Auch der Fossilhorizont in der Schwalm kann einem solchen, hier zwar etwas kleineren Binnensee seine Entstehung verdanken, an dessen flachen Rändern sich leicht Trocknungserscheinungen auf den Schichtflächen ausbilden konnten.

Wie weit der Buntsandstein von unserem Gebiete aus noch weiter nach Westen über das Rheinische Schiefergebirge transgredierte, läßt sich nicht entscheiden. Für die geröllführenden Schichten des Unteren müssen wir ebenso wie für den Zechstein jedoch annehmen, daß sie am Rande des Ablagerungsbeckens entstanden ist; ebenso hat sich für die Konglomerate im Mittleren Buntsandstein eine Randbildung als sehr wahrscheinlich ergeben.

Ergebnisse.

1. In stratigraphischer Hinsicht schließt sich der oberhessische Buntsandstein an den benachbarter Gegenden an.

2. Im Unteren Buntsandstein finden wir am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges an Stelle der Bröckelschiefer eine schwach konglomeratische Bausandsteinzone, der ebenso wie

den unterlagernden Zechsteinschichten eine fluviatil-kontinentale Entstehung am Rande des Ablagerungsbeckens zukommt.

3. Erscheinungen, die auf gelegentliche Trockenlegung hindeuten, finden wir überall im Unteren und gelegentlich auch im Mittleren Buntsandstein Oberhessens.

4. In den oberen Teilen des Unteren Buntsandsteins treten Sandsteine gegen Schiefertone zurück; diese Schichten sind reich an Glimmer und Kaolin.

5. Der Mittlere Buntsandstein bedeckt den größten Teil Oberhessens. Seine Tiefstufe entspricht den Abteilungen sm_1 und sm_2 Denckmann's auf Blatt Gilserberg, der unteren grobkörnigen Abteilung im Werra-Fulda- und Wesergebiet und dem Eck'schen Konglomerat Süddeutschlands.

6. Die Tiefstufe des Mittleren Buntsandsteins ist durch das Fehlen von Glimmer und durch das Zurücktreten von feldspatigen Gemengteilen gekennzeichnet, in ihr finden wir sehr häufig Kreuzschichtung.

7. Die grobkörnigen Sandsteine und losen Sande dieser Tiefstufe werden häufig durch feinkörnige tonige Schichten ersetzt; es findet also nach Norden ein langsames Feinerwerden des Eck'schen Konglomerates statt.

8. An der Basis des Mittleren Buntsandsteins liegt in der Treysa-Ziegenhainer Gegend ein Horizont mit *Gervillia Murchisoni* Geinitz und *Estheria Albertii* Voltz, der dem fossilführenden Horizont Grupe's im Vogler- und Homburgwalde entspricht. Er verdankt seine Entstehung einem flachen Binnensee.

9. Die Hochstufe des Mittleren Buntsandsteins in Oberhessen entspricht dem Bausandstein v. Koenen's und dem Hauptbuntsandstein Süddeutschlands; in ihr liegen der Kugelhorizont und das Hauptkonglomerat.

10. Kalksandsteine fehlen in Oberhessen vollständig.

11. Der Bausandstein führt in Oberhessen im Gegensatz zu benachbarten Gebieten in seiner ganzen Mächtigkeit Gerölle, er liegt hier in seiner randlichen Facies vor.

12. Äquivalente des Chirotherienhorizontes ließen sich nicht nachweisen.

13. Der Röt ist in Oberhessen frei von Gips und fossilführenden Bänken.

14. Die Mächtigkeit des Buntsandsteins nimmt von Westen nach Osten zu, sie beträgt durchschnittlich zwischen 400 und 500 m.

15. Das oberhessische Buntsandsteingebiet bildet die Staffel zwischen dem paläozoischen Schiefergebirge und der Hessischen Senke.

16. Die Frankenberger Triasbucht ist ein Einbruchskessel, infolge davon tritt der Untere Buntsandstein an ihren Rändern, der Mittlere hauptsächlich in ihrem Innern auf.

17. Das Absinken der Hessischen Senke erfolgte nicht während einer einzelnen Periode.

18. Die Verwerfungen sind von Einfluß auf das Empordringen der Basalte, die Richtung der Täler, das Auftreten von Harnischen, die Oberflächengestaltung (Marburger Gegend) und die Wasserführung gewesen.

Gliederung.

	Seite
Einleitung	1
Begrenzung und topographische Übersicht des Gebietes	1—3
Geschichtlicher Teil	3—5
Stratigraphischer Teil	6—52
a) Zechstein	6—9
b) Buntsandstein	9—52
1. Unterer Buntsandstein (su)	10—21
2. Mittlerer Buntsandstein (sm)	21—47
Stufe der grobkörnigen Sandsteine (sm1)	23—31
Dünnplattige, feinkörnige Sandsteine mit tonigen Einlagerungen (smπ)	31—34
Horizont der Gervillienplatten	34—38
Bausandsteinzone im Mittleren Buntsandstein (sm2)	38—47
3. Oberer Buntsandstein (so)	47—49
4. Mächtigkeiten	49—52
Allgemeiner Teil	53—55
Ergebnisse	55—57

Lebenslauf.

Am 3. Januar 1891 wurde ich, Friedrich Wilhelm Dienemann, Schwarzburg-Sondershäuser, lutherischer Konfession, als Sohn des Bäckermeisters Christian Dienemann zu Sangerhausen geboren. Meinen ersten Unterricht genoß ich von Ostern 1897 an auf der Bürgerschule meiner Vaterstadt. Ostern 1900 trat ich in die Sexta des dortigen Gymnasiums ein, das ich bis Mai 1905 besuchte, um es dann mit dem Fürstl. Gymnasium zu Sondershausen zu vertauschen, wohin mein Vater verzogen war. Diese Anstalt verließ ich Ostern 1909 mit dem Zeugnis der Reife. Zunächst bezog ich die Universität Heidelberg, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren. Im März 1911 bestand ich die akademische Turnlehrerprüfung. Doch schon in Heidelberg wandte sich mein Hauptinteresse der Geologie zu. Ostern 1911 verließ ich Heidelberg, um in Marburg mein Studium fortzusetzen. Außer geologischen widmete ich mich hier besonders mineralogischen, chemischen und physikalischen Studien.

Das Examen rigorosum bestand ich am 19. Februar 1913. Vom 1. Juni 1913 an bin ich Assistent am geologischen Institut der Universität Marburg.

Meine akademischen Lehrer waren

in Heidelberg: Böhm, Köhler, Königsberger, Krafft, Lenard, Salomon, Wolf.

in Marburg: Andrée, Bauer, Feussner, Friess, Herrmann, Kayser, Korschelt, Neumann, Richarz, Schulze, Schwantke, Zinke.